

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES Y DEL AMBIENTE
ESCUELA DE CIENCIAS FORESTALES
DEPARTAMENTO DE SILVICULTURA**

TRABAJO DE DIPLOMA

**ESTUDIO PRELIMINAR DE LOS CLAROS DEL DOSEL Y SU INFLUENCIA
SOBRE LA REGENERACION ARBOREA EN EL BOSQUE SECO TROPICAL DE
CHACOCENTE, NICARAGUA**

**AUTORES: BLANCA VIOLETA HALLEBLEVENS CENTENO.
MARTA ARGENTINA MENDEZ RUIZ.**

ASESOR: DR. CESAR SABOSAL

MANAGUA, NOVIEMBRE DE 1994

AGRADECIMIENTOS

Deseamos expresar nuestro más sincero agradecimiento a la Agencia Sueca para la Cooperación en la Investigación con los Países en Desarrollo (SAREC), por el respaldo financiero brindado.

Al Dr. César Sabogal, asesor forestal del CATIE, por su valiosa colaboración y apoyo en la realización del presente trabajo.

A los Ings. Luis Valerio y Ricardo Silva, por su apoyo incondicional en la digitación y análisis de los datos.

A la Escuela de Ciencias Forestales (ECFOR), por haber contribuido a nuestra formación profesional.

Al Instituto Nicaragüense de Recursos Naturales y del Ambiente (IRENA), por la oportunidad brindada para desarrollar esta investigación en el Refugio de Vida Silvestre de Chacocente.

A Santos Obando, por su contribución en la realización en el trabajo de campo.

A todos, ¡ Muchas gracias !

DEDICATORIA

Por el apoyo que me brindaron y la confianza que me dieron, dedico mi trabajo con mucho amor y cariño a:

A Dios: Por haberme dado el ser, la sabiduría, la fé hacia el futuro, y escalar un peldaño más en mi vida.

A mis Padres: Hernaldo y María

A mi abuelita: Rita de Halleslevens

A mi Tio: Omar Halleslevens

A mi Hermana: Maritza Halleslevens C.

Violeta Halleslevens C.

Dedico este trabajo con mucho cariño a los seres que me brindaron todo su amor, comprensión y apoyo a lo largo de mis estudios.

A mi Padre, Socorro Méndez B. (q.e.p.d).

A mi madre: María Ruiz Tinoco.

A mis Hermanos: Lenin, Leyla y Roberto

Martha Argentina Méndez R.

INDICE DE CONTENIDO

Pág.

AGRADECIMIENTOS

DEDICATORIA

LISTA DE CUADROS

LISTA DE FIGURAS

RESUMEN

1.	INTRODUCCION	1
1.1	Antecedentes y justificación	1
1.2	Objetivos del estudio	3
2.	REVISION BIBLIOGRAFICA	4
2.1	Ciclo de desarrollo del bosque tropical	4
2.1.1	Naturaleza de la variación de la comunidad boscosa...	4
2.1.2	Fases de desarrollo del bosque tropical	6
2.2	Perturbaciones naturales en el bosque tropical	7
2.2.1	Tipos de perturbaciones y sus efectos	7
2.2.2	Definiciones y características de los claros	9
2.2.3	Efectos de los claros sobre el medioambiente	10
2.3	Dinámica del bosque tropical y su importancia para la silvicultura	12
3.	DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO	14
3.1	Ubicación	14
3.2	Clima	14
3.3	Relieve y suelos	18
3.4	Vegetación	19
3.5	Uso anterior y actual	21
4.	METODOLOGIA	23
4.1	Parcelas de estudio	23
4.2	Identificación y mapeo de claros	25

INDICE DE CONTENIDO

Pág.

4.3	Inventario de la vegetación del sotobosque	28
4.4	Recolección e identificación de muestras botánicas..	29
4.5	Mediciones de luz dentro y fuera de los claros	30
4.6	Procesamiento y análisis de la información	33
5.	RESULTADOS Y DISCUSION.....	35
5.1	Descripción de los claros levantados	35
5.1.1	Ubicación y mapeo	35
5.1.2	Características y clasificación de los claros	35
5.2	Caracterización de la luz dentro y fuera de los claros	37
5.2.1	Intensidad de luz dentro de los claros	37
5.2.2	Intensidad y variación de la luz a lo largo de los transectos y definición de claros	38
5.3	Análisis de la vegetación	42
5.3.1	Composición florística	42
5.3.2	Densidad y distribución por clases de tamaño	45
5.3.3	Análisis comparativo a nivel de claro y entre claros y su influencia en la regeneración	46
6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	52
7.	BIBLIOGRAFIA	55
8.	ANEXOS	57

INDICE DE CUADROS

Pág.

1.	Fecha de medición de luz (RAFA) y estado del tiempo durante las mediciones	32
2.	Características de los claros levantados	36
3.a	Valores de radiación fotosintéticamente activa (RAFA, en $\mu\text{m}^2/\text{seg}$), en el centro de cada claro estudiado en las dos parcelas de muestreo permanente (PMP).....	39
3.b	Valores de referencia de la RAFA (en $\mu\text{m}^2/\text{seg}$) a campo abierto para cada parcela de muestreo permanente.....	39
4.	Distribución de cuadrados del estudio de la regeneración del sotobosque por clase de RAFA (en $\mu\text{m}^2/\text{seg}$) en los claros de las parcelas de muestreo permanente.....	40
5.	Listado general de las especies arbóreas encontradas en los claros de las parcelas de muestro permanente (PMP) estudiadas. Bosque Seco Caducifolio Chacocente.....	43
6.	Densidad y distribución por clase de tamaño de la vegetación inventariada en los transectos.....	46
7.	Tabla de contingencia de abundancia dentro y fuera de los claros, para las especies seleccionadas.....	50

INDICE DE FIGURAS

Pág.

1.	Ubicación del Refugio de Vida Silvestre Escalante Chacocente.....	15
2.	Detalle de la localización de Refugio de Vida Silvestre Escalante Chacocente y su área de influencia.....	16
3.	Diagrama climático de la Estación Meteorologica de Rivas.....	17
4.	Mapa fisiográfico y de vegetación del Refugio de Vida Silvestre Escalante Chacocente.....	20
5.	Croquis de una parcela de muestreo permanente (PMP).....	24
6.	Esquema teórico de un claro del dosel y del procedimiento para su mapeo.....	27
7.	Ceptómetro: instrumento usado para las mediciones de la radiación fotosintéticamente activa (RAFA).....	31
8.	Ilustración gráfica de la distribución por clase de RAFA (en $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{seg}$) de los cuadrados de medición en las Parcelas de Muestreo Permanente.....	41
9.	Especies más abundantes dentro y fuera de los claros en la PMP-2 y PMP-3. Densidad en número de individuos/ m^2	47

ANEXOS

Pág.

1. Características físicas de los perfiles de suelo correspondiente a las parcelas de muestreo permanente (PMP) N^o 2 y 3 en el bosque caducifolio de Chacocente..... 57
2. Croquis de ubicación de los claros levantados en las parcelas de muestreo permanente (PMP) y detalles de cada uno de los claros (C1 a C10)..... 58
3. Distribución por clase de RAFA de los cuadrados de medición por cada transecto y claro estudiado..... 64
4. Clasificación de los cuadrados inventariados " dentro " y " fuera " de los claros estudiados..... 66

RESUMEN

El presente trabajo es una primera contribución al estudio de la dinámica de aperturas del dosel en el bosque seco y el papel que juegan en la regeneración natural del sotobosque.

Los claros del dosel fueron ubicados y mapeados en dos parcelas de muestreo permanente (PMP) en el bosque seco caducifolio. Los 10 claros encontrados se clasificaron de acuerdo a su origen (caída natural y quema reciente) y a la edad de ocurrencia. Se realizó una caracterización de la luz, medida como radiación fotosintéticamente activa (RAFA), tanto dentro como fuera de los claros. En cada claro, se instalaron transectos de 1 m de ancho y longitud variable (de 15 a 20 m), dispuestos desde el centro del claro hasta el interior del bosque. A lo largo de estos se hicieron mediciones de RAFA y se inventarió la vegetación arbórea y arbustiva del sotobosque a partir de 0.1 m de altura hasta 2.4 cm dap, en base a cuadrados de 1 x 1 m (642 en total).

El tamaño promedio de los claros naturales (caída de árboles) fue de 127 m² (rango = 60-226 m²), y 189 m² (84-265 m²) en los claros ocasionados por la quema reciente, los cuales son un 50% mayor que los primeros.

Los valores de radiación fotosintéticamente activa (RAFA) al centro de los claros con quema reciente llegaron a

casi el doble de los valores al centro de claros naturales, representando entre un 92% y 55% de la RAFA en condiciones de plena iluminación (a "campo abierto"), respectivamente. Para la diferenciación de claros del dosel, no se pudo utilizar un criterio de acuerdo a valores de RAFA, debido a su alta variabilidad a lo largo de los transectos del centro del claro hasta varios metros dentro del bosque.

Los análisis efectuados no permitieron arribar a conclusiones claras sobre la dependencia de las especies con respecto a las condiciones de los claros estudiados. No se encontró una relación entre la distribución y la abundancia de la regeneración del sotobosque con el tamaño del claro. Se detectó que muchas especies presentan diferencias relativas en su abundancia entre zonas en el claro y otras en el interior del bosque. Estos resultados se pueden explicar considerando que el ambiente adecuado es la interacción de diferentes factores, uno de ellos es el tamaño del claro.

SUMMARY

This paper is a contribution to the study of the dynamics of the opening of the canopy in a dry woods and the role it plays in the natural regeneration of the grove.

The clearing of the canopy were marked and mapped in two pieces of ground of permanent survey (PMP) in the deciduous dry woods. The ten clearing found were classified according to their origin (natural fall and recent burning) and to the age of occurrence. A characterization of the light was carried out, measured as active photosynthesis radiation (RAFA), taken inside as well as outside the clearing. In each clearing, transects of 1m in width and a variable length (from 15 a 20 m) were installed from the center of the clearing to the outside of the woods.

On the sides of the clearing RAFA measurement were taken and an inventory of the trees and shrub vegetation of the grove was taken starting from the height of 0.1 m up to 2.4 cm dbh using a 1 m square (642 in all).

The average size of the natural clearing (fallen trees) was 127 square meters (range from 60 a 226 squares meters), and 189 square meters (84 a 265 squares meters) in the clearing affected by recent burning, which is more than 50% of the former.

The values of the active photosynthesis radiation (RAFA) in the clearing with recent burning were close to double the values gotten in the natural clearing.

The were between 92% and 55% of the RAFA in full illumination condition (in open field), respectively.

For the differentiation of the clearing in the canopy, a RAFA value criterion could not be taken, because of its high variability along the transects from the center of the clearing to some meters inside the woods.

The analysis carried out did not lead to a clear conclusion about the dependence of the species with respect to clearing under study. A relationship was not found between distribution and abundance of the regeneration of the grove and the size of the clearing. It was detected that many species shows relative differences in their abundance between zones in the clearing and others in the interior of the woods these results can be explained considering that an appropriate environment is the interaction of different factor, only of which is the size of the clearing.

1. INTRODUCCION

1.1.- Antecedentes y justificación

Nicaragua es un país muy rico en recursos naturales renovables, siendo entre ellos de gran importancia los recursos forestales. Actualmente, el país posee aproximadamente más de 4 millones de hectáreas de bosque latifoliado y 400 mil hectáreas de bosque de pino de alto valor genético, así como 2.5 millones de hectáreas aptas para la reforestación. Desafortunadamente, se pierden alrededor de 100 mil hectáreas anuales, de bosques causadas por la agricultura migratoria, la demanda de energéticos y el sobrepastoreo (IRENA, 1985).

En la Región del Pacífico de Nicaragua, los recursos forestales se encuentran muy deteriorados; el bosque seco tropical que ocupaba allí grandes extensiones, se halla hoy en día reducido a parches dispersos, provocados por la fuerte presión poblacional y la necesidad de tierras para las actividades agropecuarias.

El área elegida para el estudio fue el bosque seco caducifolio, comprendido dentro del Refugio de Vida Silvestre (RVS) de Chacocente. Este Refugio fue creado en 1983, por el Instituto Nicaraguense de los Recursos Naturales y el Ambiente (IRENA), con el fin de velar por la conservación, la protección y el aprovechamiento sostenido de los recursos del área.

EL RVS de Chacocente se localiza en el extremo sureste del Departamento de Carazo. Cuenta aproximadamente con una superficie de 4,800 ha y se considera como uno de los últimos reductos de bosque seco tropical, ya que esta es una de las pocas zonas del Pacífico de Nicaragua mejor conservadas, donde se encuentran elementos arbustivos y arbóreos en peligro de extinción, especialmente aquellas especies de valor comercial (IRENA, 1984).

La Escuela de Ciencias Forestales (ECFOR) de la Universidad Nacional Agraria (UNA) en Managua, inició en 1989 un proyecto de investigación, con el propósito de desarrollar sistemas de manejo del bosque tropical seco. En convenio suscrito con IRENA, se le autorizó una superficie de aproximadamente 1,000 ha dentro del área para fines de investigación del recurso forestal existente.

Este proyecto cuenta con el apoyo financiero de la Agencia Sueca para la Cooperación en la Investigación con los Países en Desarrollo (SAREC) y la asesoría técnica del Centro Agrónomo Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE).

El estudio de la dinámica del bosque seco constituye una de las principales líneas de investigación de la ECFOR

en Chacocente. El proyecto ha establecido para ello un conjunto de parcelas de medición permanente, donde se estudia el proceso de crecimiento, mortalidad y regeneración.

A diferencia del ecosistema bosque tropical húmedo, en el bosque tropical seco, las características físicas, florísticas y funcionales varían, se conoce muy poco de la importancia de las aperturas del dosel y su efecto sobre la regeneración del bosque. Este trabajo se enmarca dentro de esta inquietud y se concibe como una contribución al conocimiento de la importancia del estudio de la dinámica del bosque seco tropical.

1.2 Objetivos

1. Describir la composición y la distribución de la regeneración del sotobosque, en el gradiente comprendido entre el centro de un claro del dosel y el interior del bosque no perturbado.
2. Caracterizar el patrón de luminosidad que llega al sotobosque, tanto en el ambiente de un claro, como al interior del bosque no perturbado.
3. Poner de relevancia el papel que desempeñan los claros del dosel en las condiciones de regeneración del bosque seco caducifolio.

2. REVISION BIBLIOGRAFICA

2.1. Ciclo de desarrollo del bosque tropical

2.1.1. Naturaleza de la variación de la comunidad boscosa

Los bosques tropicales se ven afectados periódicamente en forma natural por diferentes fenómenos ecológicos (atmosféricos, sísmicos, y otros), los cuales provocan alteraciones en la estructura y composición florística de la vegetación primaria. La aparición del hombre ha permitido el desarrollo de comunidades vegetales características de los tipos de vegetación secundaria (comunidades herbáceas, arbustivas y hasta de bosque denso).

La extensión y desarrollo de la vegetación secundaria ha ido en aumento en relación con el progreso del impacto humano, asentamientos, cultivos, pastoreo, incendios y otros (UNESCO/PNUMA/FAO, 1980).

Los ecosistemas forestales presentan una estrecha relación con las precipitaciones anuales, con su distribución estacional y con la regularidad con que se presentan. Su composición florística y su estructura varían en función del régimen de lluvias.

Esta variación se ve acentuada, además, por las diferentes condiciones orográficas, bióticas e históricas.

Aunque se dispone de conocimientos suficientes en lo que se refiere a las condiciones para la existencia de ciertos tipos estructurales de bosque a un nivel elevado de clasificación, poco se sabe, sobre los factores que determinan los caracteres de la estructura de tales bosques a los niveles detallados de percepción (UNESCO/PNUMA/FAO, 1980).

La variabilidad se encuentra también al nivel de los simples grupos de árboles y está controlada por fenómenos de reproducción y por las diferencias edáficas que existen, incluso en lugares uniformes desde el punto de vista topográfico. A este respecto, Whitmore, citado por UNESCO/PNUMA/FAO (1980), afirma que en la variabilidad a pequeña escala reside la forma más sutil de variabilidad, por lo que a la vegetación respecta. La variabilidad en la estructura y el funcionamiento está igualmente vinculada a las fases de desarrollo de la población (nivel medio), o de los grupos de árboles (nivel inferior). Esta variabilidad se encuentra muy controlada por las fuerzas destructoras que producen claros en el bosque.

El conocimiento de la naturaleza y de la complejidad de la variabilidad en los niveles medios o inferiores en relación con la flora disponible, las modificaciones efectuadas, las condiciones edáficas y de reproducción, es capital para la evolución de la variabilidad correspondiente

al funcionalismo y a la posibilidad de los ecosistemas forestales tropicales (UNESCO/PNUMA/FAO, 1980).

2.1.2 Fases de desarrollo del bosque tropical

Whitmore, citado por Manta, (1988), identifica un mosaico de tres fases en la dinámica de la regeneración de los bosques en equilibrio, los cuales no son entidades separadas, sino crecimientos consecutivos para llegar de una fase a otra:

- Fase de claro: se produce por la apertura del dosel del bosque; contiene brinzales, latizales y árboles jóvenes; la tasa de crecimiento del rodal es lenta.
- Fase de construcción: es un bosque de árboles jóvenes, los cuales crecen rápidamente; el incremento en altura y diámetro de los fustes están relacionados en forma lineal.
- Fase madura: Contiene árboles de diámetro considerablemente grueso principalmente y se caracterizan por que la tasa de crecimiento del rodal es casi cero.

Whitmore, concluye diciendo que es un error llamar fase de claro y fase madura, debido a que el ciclo describe etapas sucesivas en el desarrollo del dosel del bosque, como

un arreglo de brinjal comenzando a desarrollarse en altura dentro de un claro, continuando a través de sus estados de latizales, para finalmente alcanzar la madurez.

2.2 Perturbaciones naturales en el bosque tropical

2.2.1 Tipos de perturbaciones y sus efectos

Un tipo de alteración se refiere al entorno inmediato de un sólo árbol y consiste en la caída de una gran rama o de un árbol, a causa de la vejez, de enfermedad, derribo por el viento, etc. El otro tipo de alteración deriva de alguna fuerza física, como por ejemplo, una tormenta, deslizamiento de tierra o incluso la acción de grandes mamíferos y huracanes o ciclones (UNESCO/PNUMA/FAO, 1980).

Entre los efectos que producen las perturbaciones, se pueden diferenciar los siguientes (UNESCO/PNUMA/FAO, 1980):

a) Muerte natural de los árboles emergentes de la cubierta principal. Generalmente la copa va muriendo al irse pudriendo el interior del tronco, cayendo finalmente y creando un espacio descubierto más o menos ancho en la cubierta arbórea.

b) Caída de rayos. Los árboles emergentes son alcanzados y generalmente mueren resultando dañados en el acto, pero también los árboles jóvenes y el sotobosque.

Algunos árboles de la cubierta pueden morir o quedar parcialmente afectados en un radio de unos 20 m a partir de la base del tronco, posiblemente a causa de la transmisión de la sacudida producida por las raíces. Este efecto es, por lo tanto, más devastador que la muerte natural, pero ambos producen claros de dimensiones similares en la cubierta, sin embargo, en cada caso el tipo de regeneración es diferente.

c) Efecto de los ciclones. Se manifiesta en el bosque de una manera irregular. Afecta a los grandes árboles, defoliándolos, rompiendo sus ramas gruesas y desarraigándolos, especialmente a los de raíz superficial. La súbita penetración de luz en las capas bajas del bosque libera las plántulas que estaban reprimidas y provocan un crecimiento denso de lianas en el sotobosque y sobre las copas de los árboles que quedan en pie, formando torres de trepadoras. La capa de humus se descompone rápidamente y las reservas de semillas del bosque quedan intactos.

El sotobosque y las plantas de regeneración no se pierden, a pesar de que el bosque tome un aspecto uniforme durante varios años y posiblemente durante siglos, predominando las especies exigentes en luz. Se ha sugerido que los árboles derribados por el viento, así como los deslizamientos de tierra, son necesarios para la buena regeneración (UNESCO/PIUMA/FAO, 1980).

2.2.2 Definiciones y características de los claros

Brokaw, citado por Leigh, Rand y Windsor, (1990) define un claro como "un hueco vertical en el bosque que desciende del dosel hasta 2 m sobre el suelo o menos, siendo sus límites los bordes de la copa de los árboles que rodean a la abertura en el dosel".

Richards, citado por Herrera, et al., (1974), considera un claro natural de un bosque como un ejemplo de sucesión secundaria a muy pequeña escala.

Las características más importantes de un claro son: el tamaño, la altura de los árboles a su alrededor, la inclinación y la exposición del lugar, el momento de la formación del claro y la manera en que se está formando. Así también, la estructura y la composición florística de la vegetación en el lugar antes de la formación del claro determinarán la vegetación que se va a desarrollar en el nuevo claro (Bongers y Popma, 1988).

A causa de la frecuente formación de los claros, se crea un ambiente heterogéneo dentro del bosque. Esta heterogeneidad ambiental es discontinua en el espacio, por la ubicación muy cercana de ambientes contrastantes; pero, es continua en el tiempo, por el cambio lento de un ambiente de un claro nuevo a un ambiente característico de vegetación. (Bongers y Popma, 1988).

2.2.3 Efectos de los claros sobre el medio-ambiente

La luz es un recurso primordial para las plantas. La temperatura y la humedad relativa del aire se definen como condiciones. Sus magnitudes están fuertemente relacionadas a las de la luz y constituyen factores importantes del medio, pues pueden afectar procesos claves del ecosistema, como la fotosíntesis.

Sobre las gradientes de estos tres factores dentro del bosque tropical, conviene identificar gradientes en el plano vertical, desde el suelo hasta el dosel superior del bosque, y en el plano horizontal, entre las diferentes fases de regeneración del bosque (Finegan, 1991).

La intensidad lumínica entre el piso del bosque y una altura de 5 m es menos del 1% de la plena iluminación del día. Estudios en el bosque primario en la Estación Biológica "La Selva", en Costa Rica, demuestran que la intensidad de la radiación fotosintéticamente activa al piso del bosque es siempre menos del 5% de la plena iluminación que recibe una planta de sotobosque y es suministrada por las pequeñas entradas de luz directa ("sunflecks") que alcanzan el piso del bosque. Chazdon, citado por Finegan, (1991) mostró que esta proporción oscila entre 10% y 80%, en el caso de palmeras del sotobosque.

El mismo Finigan señala que, en general, en el bosque tropical las entrañas de luz directa suministran un 50-70% de la energía lumínica diaria que alcanzan el sotobosque.

En relación a los gradientes ambientales en el plano horizontal de los bosques tropicales naturales, un aspecto constante será la variabilidad de un punto a otro de la estructura del bosque y su importancia en todos los niveles, desde el funcionamiento del ecosistema hasta el crecimiento de las plantas.

Los bosques tropicales son comunidades no homogéneas en altura y cobertura del dosel y sombra no es uniforme en el sotobosque. Más bien, consisten en un mosaico estructural en un estado de cambio constante del ciclo de regeneración del bosque. Existen gradientes ambientales marcados entre las distintas fases del mosaico regenerativo. En términos generales, en el piso del bosque los claros reciben mayor iluminación que otras fases del mosaico y, por lo tanto, presentan temperaturas más altas y grados menores de humedad relativa (Finigan, 1991).

Otro aspecto importante de los gradientes ambientales en claros es el efecto del tamaño de la apertura sobre su microclima. En términos generales, la intensidad lumínica en los claros aumenta con la superficie total de los mismos.

Así, Barton, citado por Finegan, (1991), trabajando en "La Selva", determinaron los totales diarios de energía luminica en seis claros naturales, cuya superficie total variaba entre 71 m² y 615 m². Estos autores encontraron una correlación estadística altamente significativa entre la superficie del claro y el total diario de energía recibida, aún en el claro más grande, fue mucho menor que la plena iluminación del día; en este caso, en un claro de 615 m² hay alrededor de un 30% menos que la plena iluminación.

2.3 Dinámica del bosque tropical y su importancia para la silvicultura

Dentro de los procesos de renovación del bosque, es de fundamental importancia la dinámica interna en el mismo. Si los individuos que constituyen la cubierta arbórea madura no mueren total o parcialmente, el bosque no poseerá ningún mecanismo intrínscico para producir otro tipo de cambios que los puramente ecológicos; la cubierta vegetal continuará entera y sólo se mantendrán bajo ella las plántulas tolerantes a la sombra. Tal situación estática no es permanente. Como es lógico, la cubierta forestal continuamente está siendo alterada por diferentes tipos de perturbaciones (Cárdenas, 1986).

El conocimiento de la dinámica interna constituye la base de la ordenación silvicultural. En diversos países se

han hecho estudios sobre el crecimiento de los árboles maderables en bosques naturales y en plantaciones, así como en bosques completos en equilibrio dinámico y después de la extracción de madera. El objeto de esos estudios es el cálculo de la duración de los turnos de rotación, para estimar las producciones futuras de madera comercial o la evaluación de los efectos de la ordenación silvicultural.

El problema, todavía no resuelto, de la suficiente regeneración natural después de las cortas, requiere de un conocimiento detallado de la fenología de la floración y fructificación, de los procesos y condiciones de germinación, del establecimiento, de la competencia y de la modalidad del crecimiento de las especies interesantes.

Cuando los bosques mejorados y regenerados alcanzan su madurez, se presentarán problemas de conservación de nutrientes, de plagas y de mejora de plantas, que no podrán resolverse sin conocimiento de dinámica forestal. El conocimiento de la dinámica interna de estos bosques, de su estructura de poblaciones y sistemas reproductivos, es fundamental para alcanzar los objetivos mencionados (Herrera, et al., 1974).

3. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

3.1 Ubicación

El Refugio de Vida Silvestre (RVS) de Chacocente se localiza en el extremo Sureste del departamento de Carazo, (Figura 1). Sus coordenadas geográficas están comprendidas entre las latitudes $11^{\circ}36'N$ y $11^{\circ}30'N$ y las longitudes $86^{\circ}08'W$ y $86^{\circ}15'W$. El Refugio propiamente dicho abarca 4,800 hectáreas, y se considera un área de influencia de unas 2,712 hectáreas adicionales, lo que en conjunto totalizan cerca de 7,500 hectáreas (IRENA, 1987) (Figura 2).

3.2 Clima

No se cuenta con datos climáticos para Chacocente. Con fines de comparación, en la Figura 3 se representan los diagramas climáticos para las estaciones meteorológicas de las localidades vecinas, Nandaimo y Rivas. Interpolando los promedios anuales de Nandaimo (1,442 mm) y Rivas (1,172 mm), se asume para la zona de Chacocente una precipitación promedio de 1,200 a 1,300 mm, con cinco meses secos (aquellos donde llueve menos de 50 mm; Dulin, citado por Sabogal, (1989). La temperatura media anual está alrededor de los $26^{\circ}C$.

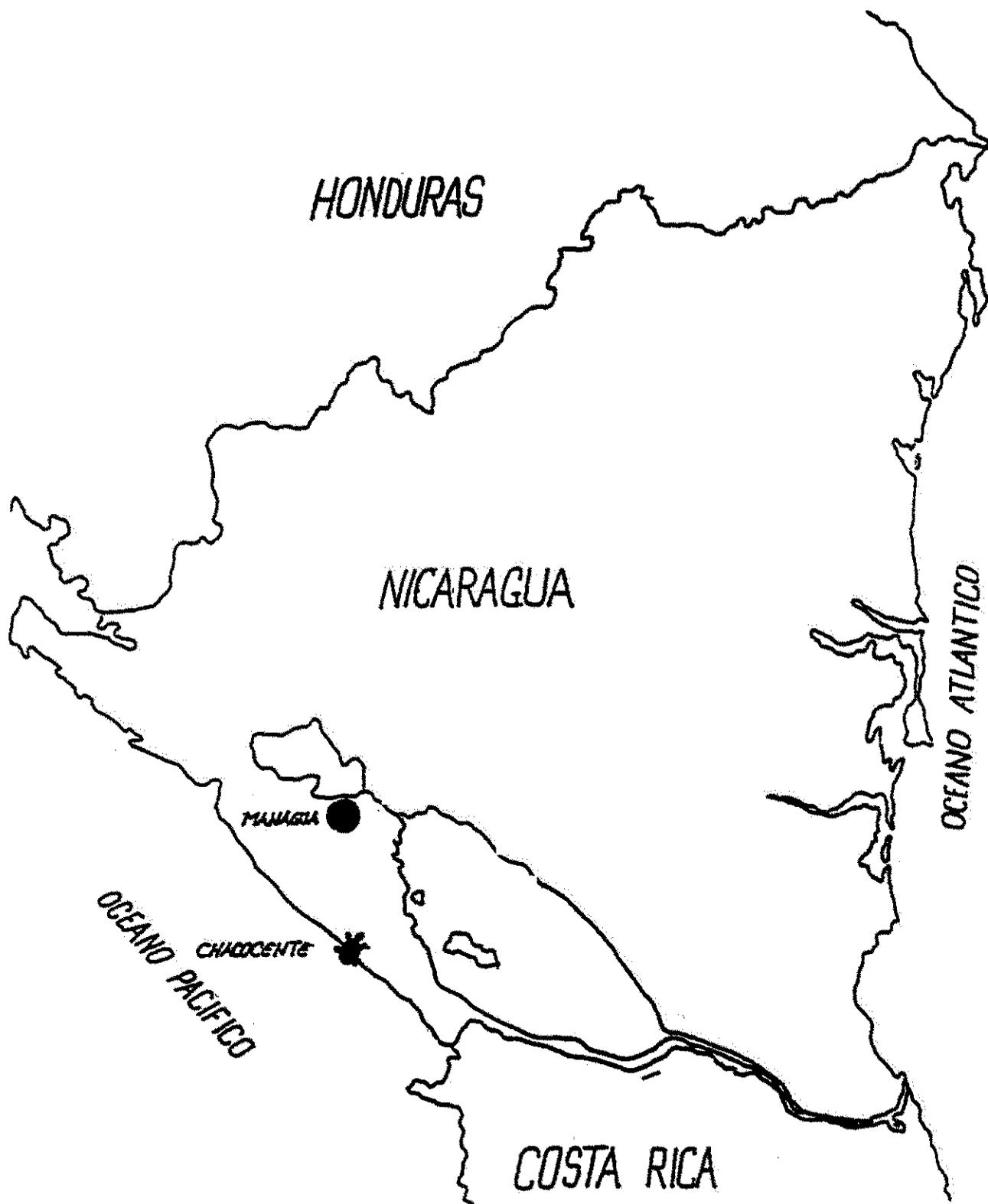
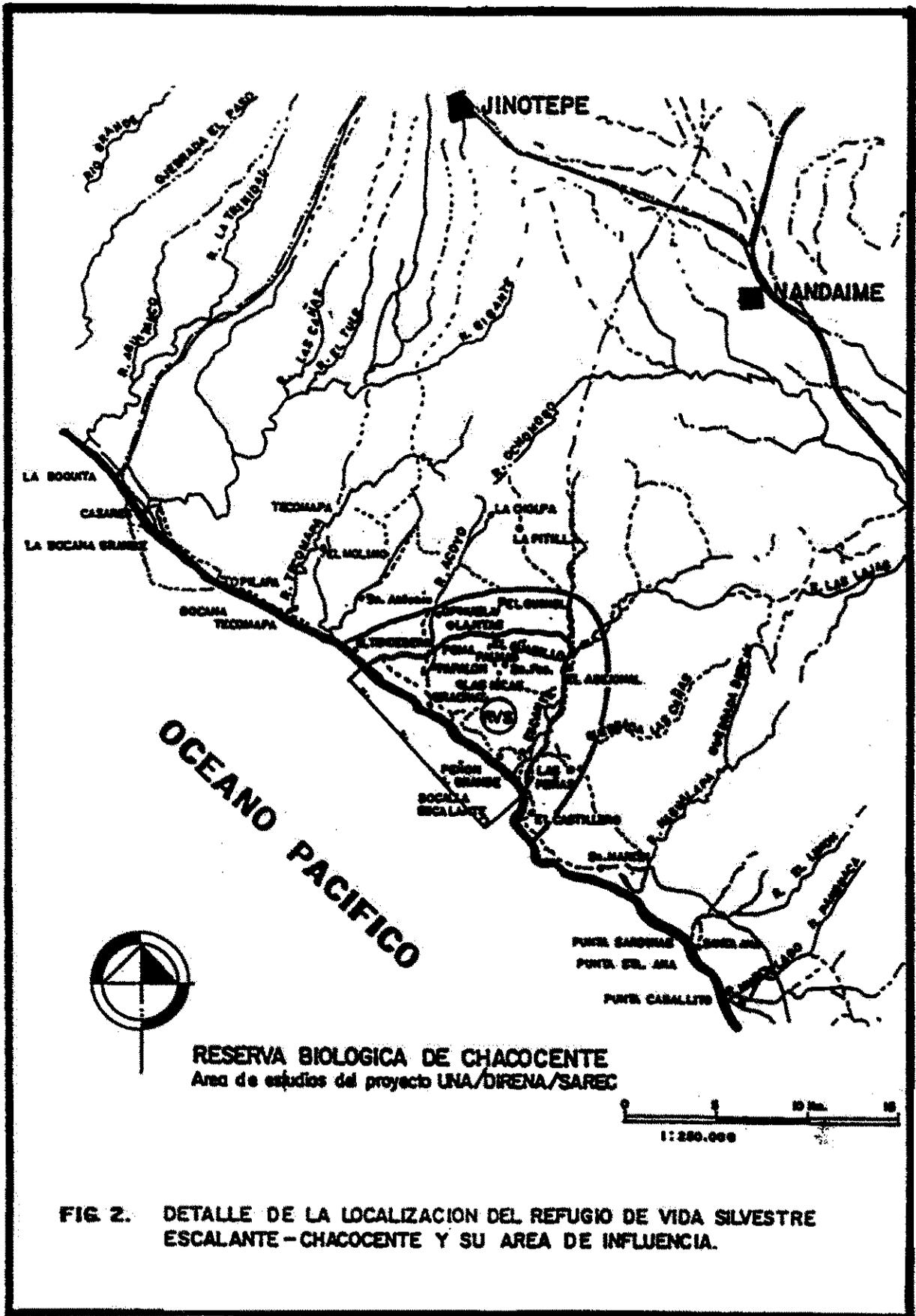


Figura 1. Ubicación del Refugio de Vida Silvestre Escalante - Chacocente.



RESERVA BIOLÓGICA DE CHACOCENTE
 Área de estudios del proyecto UNA/DIFENA/SAREC

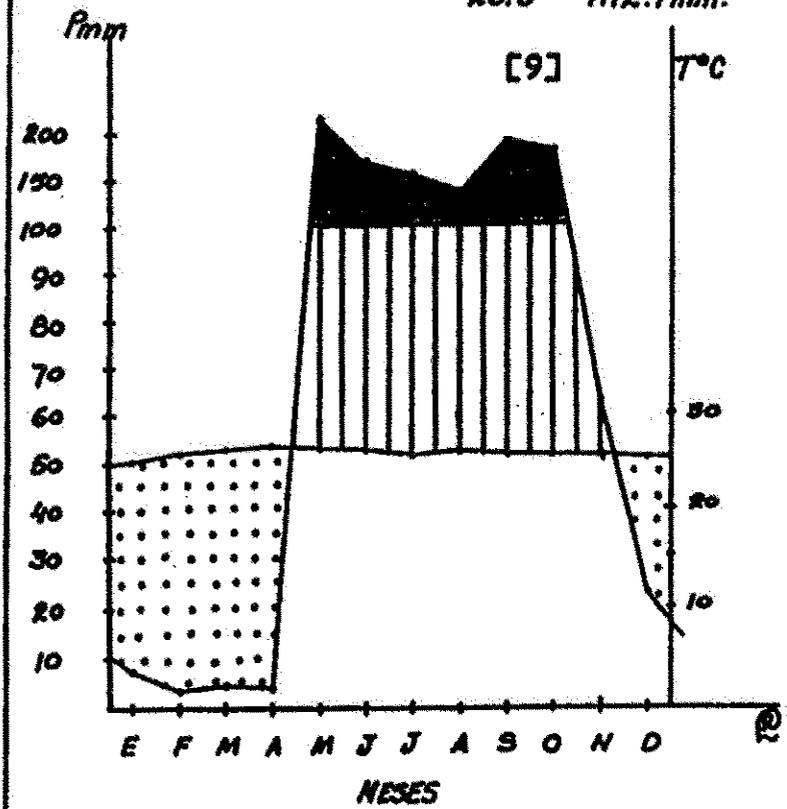
0 5 10 Km. 15
 1:250.000

FIG. 2. DETALLE DE LA LOCALIZACION DEL REFUGIO DE VIDA SILVESTRE ESCALANTE-CHACOCENTE Y SU AREA DE INFLUENCIA.

RIVAS (70 msnm)

26.6° 1172.7mm.

[9]

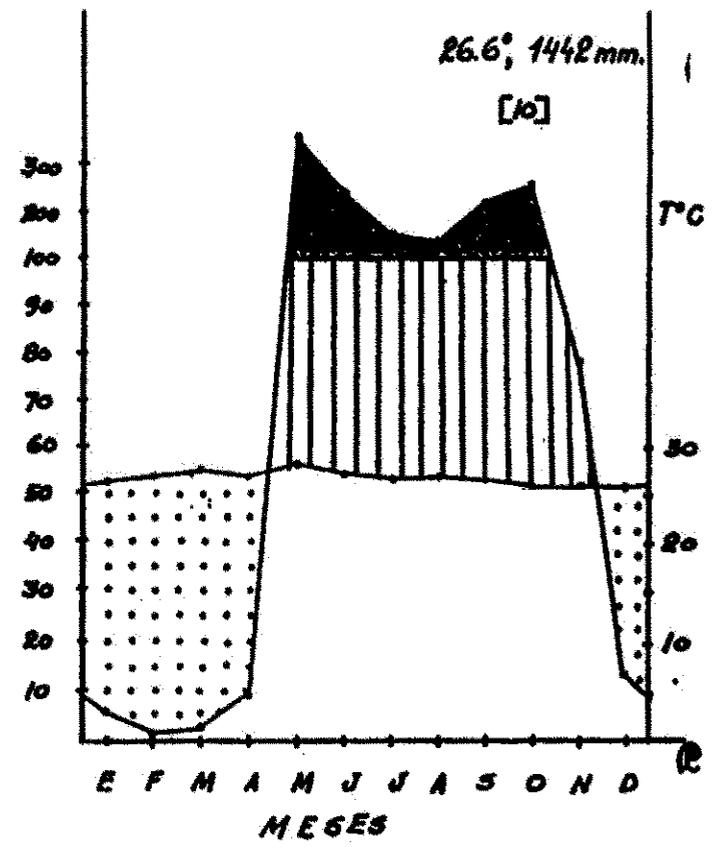


- MESES CON EXCESO DE PRECIPITACION
- ▨ MESES CON DEFICIT DE PRECIPITACION

NANDAIME (95 msnm)

26.6°, 1442mm.

[10]



- MESES CON EXCESO DE PRECIPITACION
- ▨ MESES CON DEFICIT DE PRECIPITACION

Figura 3. Diagramas climáticos de las estaciones meteorológicas de Nandaime y Rivas en el Pacífico sur de Nicaragua.

De acuerdo con el sistema de clasificación de zonas de vida de Holdridge, la zona se encuentra dentro del llamado Bosque Seco Tropical, transición a Subtropical, caracterizado por temperaturas promedio anuales mayores de 24°C y precipitaciones entre 1,000 y 2,000 mm (IRENA, 1987).

3.3 Relieve y suelos

La topografía del área se caracteriza por ser muy irregular y escarpada, pudiéndose encontrar pendientes hasta del 100 %. Las lomas y colinas, que en algunos casos alcanzan elevaciones de 400 msnm, están entrecruzadas por cauces secos de pequeñas corrientes y riachuelos que sólo están activos en la estación lluviosa. Las partes planas que descienden de la zona escarpada se extienden hasta la playa, formando pequeños valles aluviales en la desembocadura de los ríos y esteros, presentándose áreas inundadas en las partes más bajas (IRENA, 1984).

El área presenta principalmente suelos aluviales, vérticos o vertisoles, y suelos coluviales. Estos pertenecen en su mayoría a las clases de uso IV y VII (clasificación USDA), representando el 85% del área total. Se caracterizan por encontrarse en terrenos moderadamente escarpados a muy escarpados, de texturas variables que van desde franco-arcilloso a areno-franco-gravoso, superficiales o pocos profundos, excesivamente drenados a pobremente drenados,

desarrollados de cenizas volcánicas y rocas terciarias básicas. El 11.5% de los suelos del RVS pertenecen a las clases II y III, caracterizándose por ser bastante planos (pendientes de 0-4 %), profundos y de permeabilidad lenta (IRENA, 1987).

3.4 Vegetación

IRENA realizó entre 1986 y 1987 un estudio de la vegetación en la zona, teniendo como objetivo general el determinar, clasificar y delimitar los diferentes tipos de bosque existentes en el RVS de Chacocente. El estudio dio énfasis a una descripción florística de la vegetación y el grado de perturbación por actividades humanas en la zona (Sabogal, 1989). Según este estudio, se definieron tres tipos de vegetación en el área: bosque seco caducifolio, bosque de galería y bosque de playa (Figura 4).

El bosque seco caducifolio está dominado principalmente por las especies: Achatocarpus nicricans, Allophylus occidentalis, Bursera simarouba, Gliricidia sepium, Guazuma ulmifolia, Gyrocarpus americanus, Luzhea candida, Lysiloea ssp., Myrosoporaun frutescens, Stemmadenia obovata y Tabebuia ochracea ssp. neochrysantha.



Los individuos de mayor diámetro y altura se encuentran en el bosque de galería, pudiéndose citar las especies; Albizzia caribaea, Enterolobium cyclocarpus, Pithecellobium saman, Thounidium decandrum y Ziziphus guatemalensis.

En el bosque de playa, las especies dominantes son: Calycophyllum candidissimum, Cassalpinia coriaria, Cassalpinia exostema, Capparis indica, Cordia bicolor, Syrocarpus americanus, Haematoxylon brasiletto, Phyllostylon brasiliensis, Prosopis juliflora y Ziziphus guatemalensis.

Al interior del bosque seco caducifolio se diferenciaron estratos de bosque denso, moderadamente denso y ralo, según criterios de densidad de cobertura de copas y altura de la vegetación (Figura 4) (IRENA, 1987).

3.5 Uso anterior y actual

Las referencias sobre antecedentes en el Área se encuentran en IRENA (1984) y Valerio y Coronado, (1991).

Un primer cambio fue ocasionado durante el siglo pasado y principios del presente, por la extracción de maderas preciosas, como Swietenia humilis, Cedrela odorata, Dalbergia retusa, Guaiacum sanctum y Bombacopsis quinatum, para su exportación a través del pequeño puerto de El

Astillero (Figura 2). Así mismo, a causa de la caza indiscriminada de la fauna silvestre. En este período, los habitantes de los caseríos existentes, establecieron una incipiente agricultura de subsistencia y una ganadería extensiva como actividades principales.

El segundo cambio brusco que sufrió el bosque se dio en los años 50, cuando se talaron los mejores árboles, para ser utilizados en el ferrocarril del Pacífico, destruyendo prácticamente el bosque primario, quedando sólo maderas blandas.

En la década de los 60, la ganadería se intensifica y la mayor parte del área es despalada. Las únicas tierras que no fueron completamente despaladas son las que ahora presentan vestigios de la vegetación original y que fue declarada en 1983 como Refugio de Vida Silvestre Escalante - Chacocente.

A pesar de esto, el bosque continúa siendo deteriorado por actividades antropogénicas: tala de árboles, pastoreo, quemas, caza de venados, garrobos y otros animales menores, extracción de miel y la extracción de huevos de tortugas paslama, que llegan a deshovar a las playas del RVS.

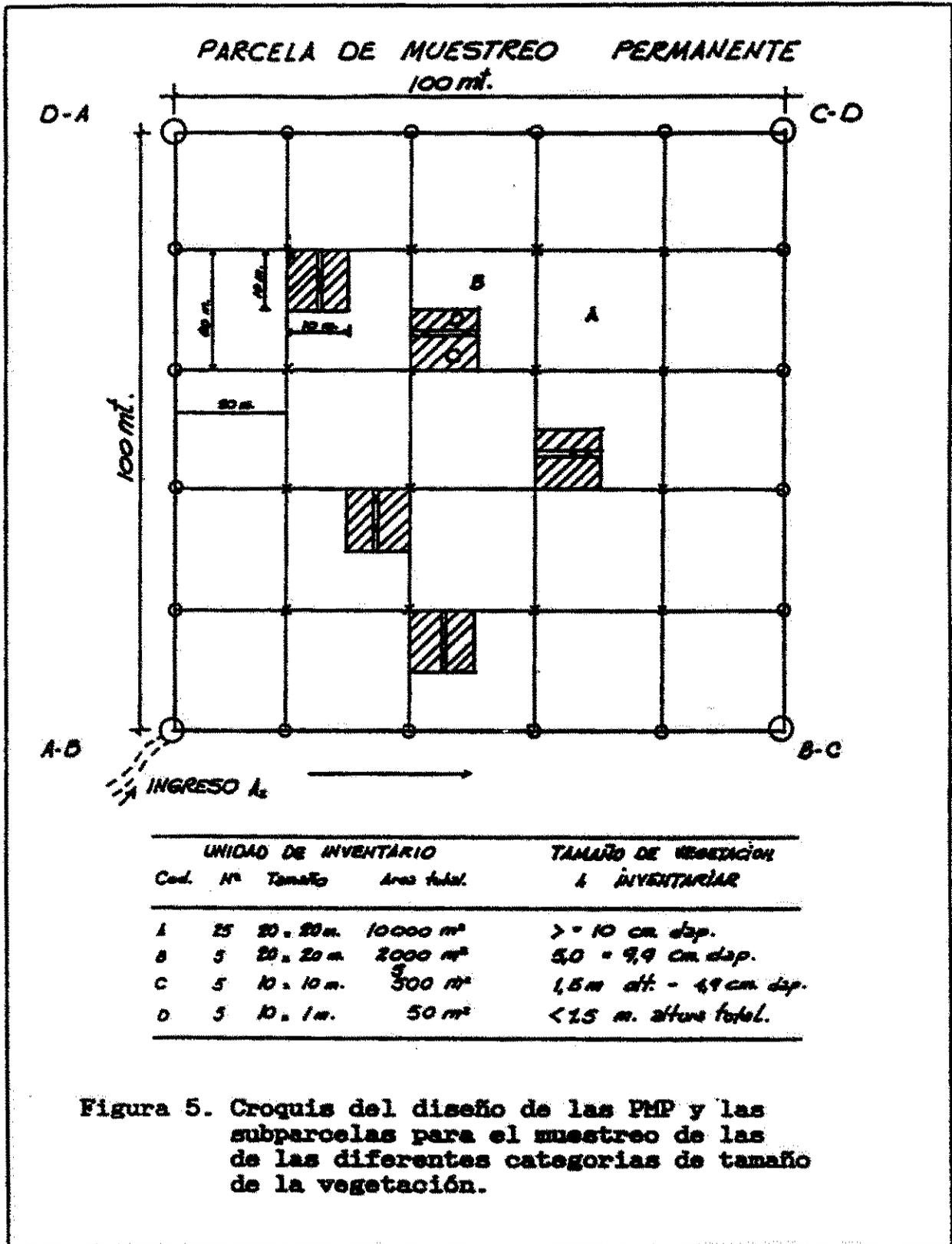
4. METODOLOGIA

4.1 Parcelas de estudio

El estudio de claros se realizó en las parcelas de medición permanente (PMP) que el proyecto de la UNA-ECFOR tiene establecidas desde 1990, prácticamente en el núcleo del bosque seco caducifolio. Se trata de cuatro PMP, cada una de 1 ha (100 x 100 m), localizadas en partes de bosque denso/medianamente denso y bosque ralo.(Figura 4).

Las parcelas están subdivididas en 25 cuadrados de 20 x 20 m, donde se inventariaron todos los árboles a partir de 10 cm diámetro a la altura del pecho (dap). Cinco de estos cuadrados fueron elegidos al azar para el inventario de la regeneración natural, la cual fue levantada en tres diferentes tamaños de parcela, según el tamaño de la regeneración, (Valerio y Coronado 1991), Figura 5.

En el presente trabajo se recorrieron las cuatro PMP, con el fin de identificar y mapear claros o aperturas del dosel. Solo se encontraron claros, en dos de las parcelas, totalizando 10 claros: 5 se ubicaron en la PMP-2 y 3 claros dentro de la PMP-3; los otros dos claros se ubicaron en áreas aledañas a esta última.



La topografía del terreno en la PMP-2 es suavemente ondulada, mientras que en la PMP-3 el terreno es fuertemente ondulado y colinado (con pendientes mayores de 30 %), presentando socavaciones en algunas partes. La elevación varía desde el nivel del mar hasta unos 60 msnm.

El suelo en la PMP-2 fue clasificado como Cambisol (gran grupo Ustropept, orden Inceptisol); en el caso de la PMP-3, se trata de un Luvisol (taxonómicamente pertenece al gran grupo Haplustalf, orden Alfisol).

La vegetación en la PMP-2 es clasificada como bosque moderadamente denso (aunque colindando con el estrato de bosque ralo), mientras que la PMP-3 se ubica dentro del estrato definido como bosque denso.

En el Anexo 1 se resumen algunas características de los suelos y las especies arbóreas predominantes en ambas parcelas.

4.2 Identificación y mapeo de claros

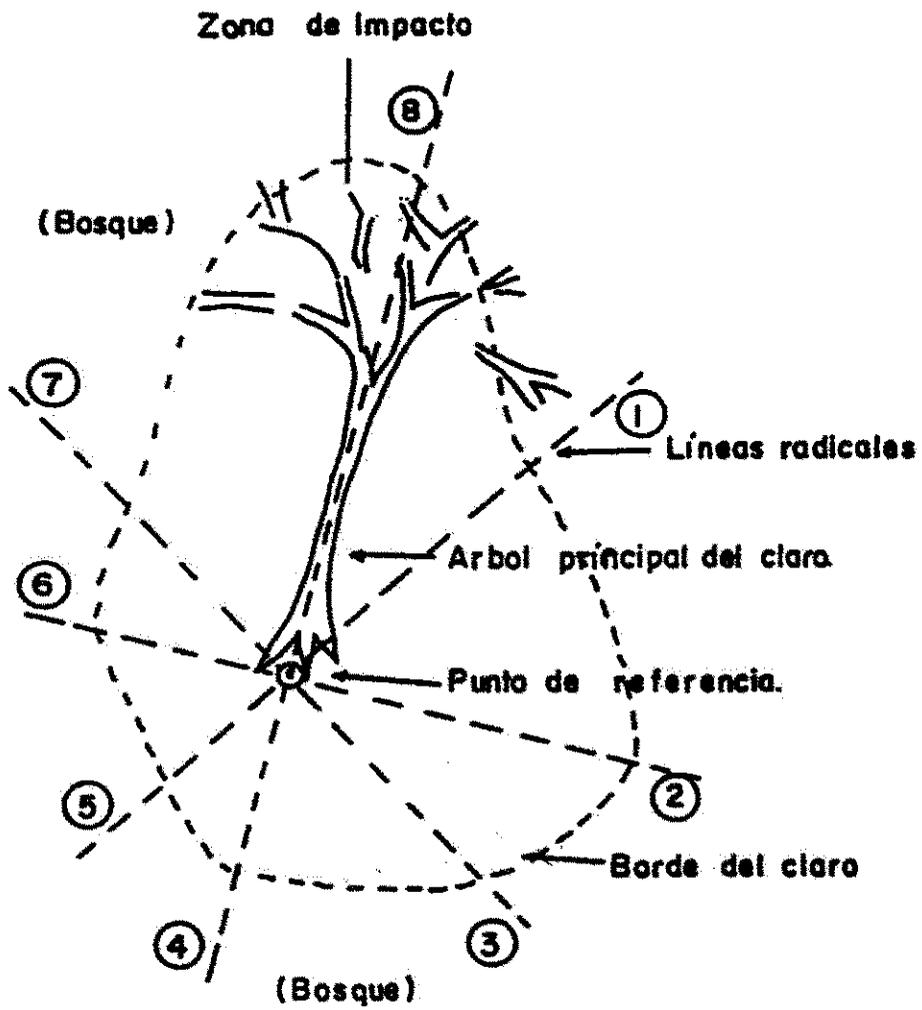
El recorrido efectuado en las parcelas permanentes permitió identificar y ubicar los claros del dosel que podrían ser reconocibles a partir de evidencias, como son la presencia de árboles gruesos caídos en el suelo, que habían

ocasionado una apertura en el dosel de copas en el bosque.

En los claros identificados, se procedió a delimitar el área comprendida, utilizando como punto de referencia la base del árbol principal que originó la apertura del dosel, y a partir del cual se trazaron ocho líneas radiales que se extendían abarcando un círculo. La dirección de la primera línea radial correspondió a la dirección del tronco caído, y de allí las siete líneas restantes se levantaron a intervalos de 45° desde el punto de referencia. Cada línea radial se continuó hasta lo que se consideraba como borde o límite del claro (Figura 6).

Para la identificación y delimitación del claro se utilizó un criterio práctico, tomando como referencia la definición propuesta por Brokaw, citado por Leigh, Rand y Windsor (1990), en el cual el borde del claro correspondió al extremo de la proyección de la copa de cualquier árbol vivo excediendo los 2 m de altura y que no se encontraba aislado.

En la hoja de campo se hicieron anotaciones sobre la ubicación del árbol principal caído (código en caso de estar en una PMP), el ángulo de dirección de su caída y la longitud del tronco o eje principal. Así mismo, se hicieron observaciones sobre la(s) posible(s) causa(s) de la caída, y el tiempo de haber ocurrido (reciente, antiguo, último invierno\verano).



Esquema teórico de un claro, del dosel y del procedimiento para su mapeo.

En papel cuadriculado, se trazó un croquis del claro levantado, anotando rasgos relevantes del sitio (cauces, cárcavas, caminos, cercos y otros).

4.3 Inventario de la vegetación del sotobosque

En cada claro mapeado, cuatro de las líneas radiales fueron usadas para levantar transectos de 1 m de ancho y longitud variable, donde se inventariaron todas las plantas a partir de 10 cm de altura hasta 2.4 cm dap. Las líneas elegidas correspondieron a la línea inicial (dirección de caída del árbol principal) y las tres líneas que formaban entre sí 90 grados. En caso de difícil acceso en la primera línea (por abundante ramaje), se escogió en su lugar la línea que le seguía, esto es, a un rumbo de 45 grados.

Los transectos se levantaron desde el punto de referencia hasta prolongarse 15 m en el interior del bosque, en el caso de bosque ralo (PMP-2) y 20 m en el caso de bosque denso (PMP-3). El ancho de cada transecto fue de 1 m y fue subdividido en cuadrículas de 1x1 m. Estas se ubicaron al azar, hacia la izquierda o la derecha de la línea radial del transecto.

Para cada individuo se tomaron las variables siguientes:

- a) Nombre común, con ayuda de un baqueano.
- b) Altura total (cm).
- c) Diámetro (mm), tomado normalmente a 10 cm del suelo.
- d) Observaciones (plantas de rebrotes, daños)

Cada planta inventariada se mapeó en un croquis del transecto, en papel milimetrado. En caso de bejuocos, palmas, cactus y hierbas, sólo se contó el número de individuos presentes.

4.4 Recolección e identificación de muestras botánicas.

Se recolectarán muestras botánicas infértiles de las especies desconocidas. La preservación de las muestras se hizo en el campo, con una solución de agua (70%) y alcohol (30%). Las muestras fueron luego trasladadas al herbario de la Escuela de Ciencias Forestales de la UNA. Allí se sometieron a secado, para su posterior identificación y montaje. La identificación del material colectado se realizó en el herbario de la ECFOR.

4.3 Mediciones de luz dentro y fuera de los claros.

Para la caracterización de la intensidad de luz que llegaba al sotobosque se utilizó un "Captómetro", instrumento que permite registrar la radiación fotosintéticamente activa (RAFA) y el porcentaje de "manchas de sol en el suelo", o "sunflecks". Este instrumento, propiedad del CATIE, es de la casa "Decagon Devices, Inc." (E.U.S.A.), modelo SF-40. Consta de un tubo, donde se localizan 40 sensores (uno cada centímetro) y un micro-procesador que permite programar y almacenar las lecturas (Figura 7).

Los valores de RAFA, como densidad de flujo de fotones fotosintéticos, son expresados en $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{seg}$. En el caso de los "sunflecks", están dados en porcentaje del nivel de umbral'.

Las mediciones se hicieron a lo largo de todos los transectos instalados para el inventario de la vegetación del sotobosque. Se tomaron cuatro lecturas en el centro de cada cuadrícula de 1 x 1 m. Para realizar las lecturas, se colocó el aparato con el brazo extendido en una dirección determinada, siguiendo los transectos existentes en los

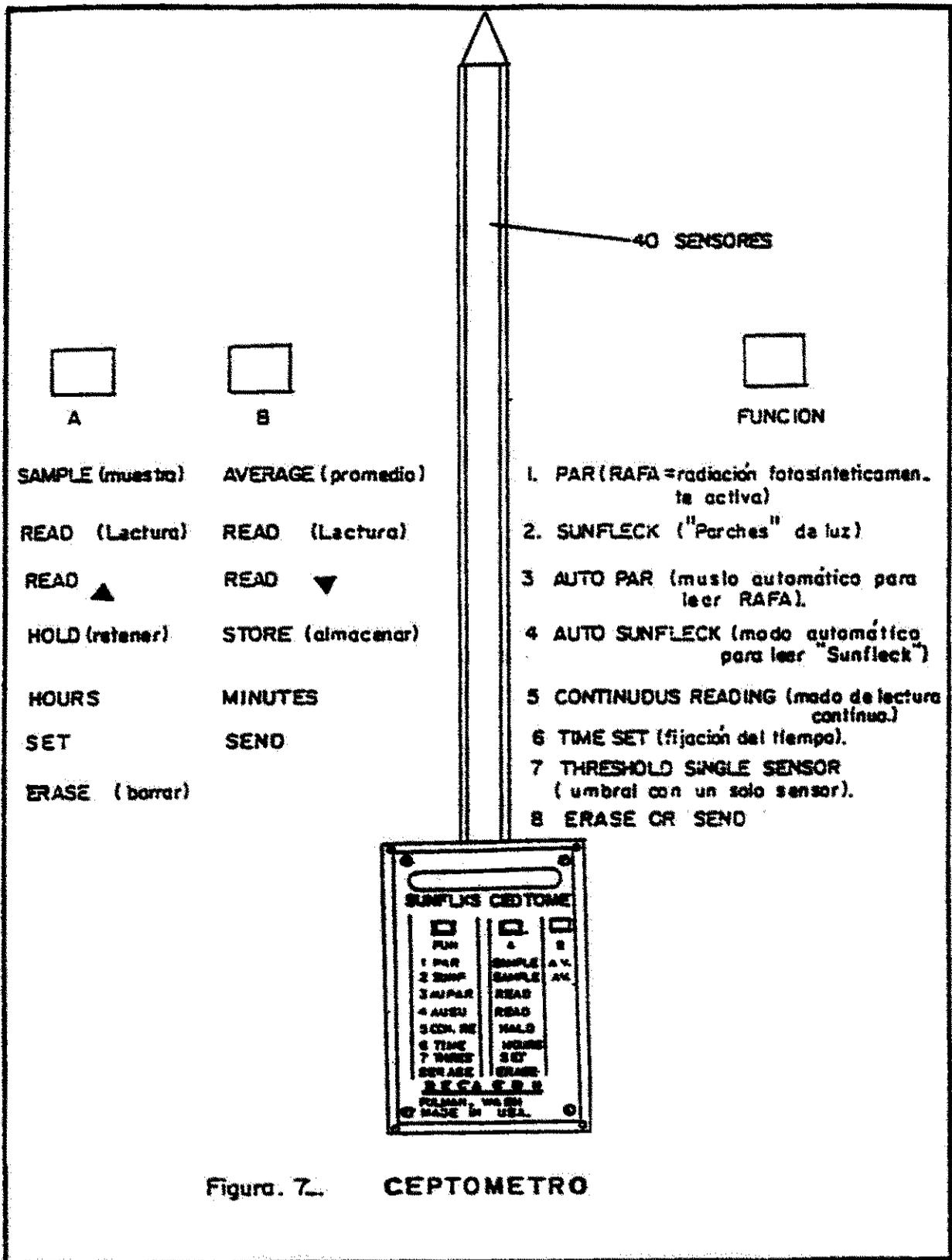


Figura. 7. CEPTOMETRO

claros. Una vez hecha la primera lectura, se giró aproximadamente 90 grados alrededor del punto, para obtener una segunda lectura, y así hasta completar un círculo. Las lecturas quedaban almacenadas en la memoria del Ceptómetro y posteriormente se transferían los datos a la hoja de campo.

Las mediciones de luz se efectuaron en días semisoleados y días completamente soleados. Se efectuaron mediciones durante tres (PMP-2) y dos (PMP-3) días seguidos, con lecturas correspondientes al mediodía (entre las 11 am y las 2 pm). Los datos de las fechas de medición y las condiciones de nubosidad en los días de medición se indican en el Cuadro 1.

CUADRO 1: Intensidad de luz dentro de los claros

FECHA DE MEDICIONES DE LUZ Y ESTADO DEL TIEMPO							
PMP	CLARO	PRIMER DIA		SEGUNDO DIA		TERCER DIA	
		Fecha	Estado	Fecha	Estado	Fecha	Estado
2	1-5	241091	Nublado	251091	Nublado	261091	Seminub
3	6-10	291091	Soleado	301091	Soleado	---	---

Como referencia de la iluminación solar fuera del bosque, en los mismos días y a las mismas horas, se tomaron lecturas de RAFA en sitios abiertos (en el caso de la PMP-2, en un claro grande al lado de un cauce; para la PMP-3 se tomaron en el camino). En dichos sitios se determinó el nivel de 'umbral', con el fin de obtener los valores de "sunflecks". Como opción, se utilizó la forma manual, en donde el aparato toma el sensor con el valor más alto y coloca el umbral a la mitad de dicho valor.

Finalmente, para describir el ambiente de luz dentro de los claros seleccionados, al interior del área definida como claro se realizaron mediciones en 5 puntos que estuviesen recibiendo la mayor iluminación (uno en el centro y los otros cuatro entre los transectos).

4.6 Procesamiento y análisis de la información

El dibujo del contorno de los claros se hizo directamente en el campo sobre papel cuadriculado (cada cuadrícula representando 1 m²). Para determinar el área de cada claro se sumaron todas las cuadrículas que se encontraban dentro del claro dibujado.

Los datos de la vegetación y de las mediciones de luz fueron digitados y almacenados utilizando el programa d-Base. Para su análisis, se empleó el paquete estadístico SAS.

5. RESULTADOS Y DISCUSION

5.1 Descripción de los claros levantados

5.1.1 Ubicación y mapeo

Se ubicaron cinco claros en cada una de las dos parcelas de muestreo permanente (PMP) (Anexo 2). Dos de los claros en la PMP-3 están en realidad fuera de la parcela, pero se atribuyen a la misma. El croquis correspondiente a los diez claros descritos se incluye en el Anexo 2.

5.1.2 Características y clasificación de los claros

En el Cuadro 2 se resumen las características de referencia de cada claro. Según el levantamiento de campo, el rango del área calculada para los claros es de 60 a 265 m², con un promedio de 158 m² (s = 78.7 m²; c.v.% = 49.7%).

La edad estimada de ocurrencia para los claros varía entre 2 meses y 4 años. En cuanto al origen, se diferenciaron los claros originados por la caída natural de un árbol, de aquellos originados por quema de la vegetación. En este caso, se identificó una quema reciente, dos meses antes de la evaluación, que afectó parte de la PMP-3 y produjo la muerte de algunos árboles del dosel.

Los resultados obtenidos terminaron de procesarse en WORD 5.1 y el programa Harvard Graphics.

En el procesamiento de datos de la vegetación se obtuvieron tablas de frecuencia (por especie, clase de altura, posición del cuadrado, claro y parcela) y estadísticos descriptivos simples; se efectuaron análisis de variancia y pruebas de chi-cuadrado. En el caso de los datos de luz, se analizaron los valores de RAFA agrupados en clases y se hicieron comparaciones por medio de análisis de variancias y pruebas de chi-cuadrado.

CIADRO 2: Características de referencia y clasificación de los claros

CARACTERISTICAS DE REFERENCIA DE LOS CLAROS					
PMP	CLARO N°	AREA (m ²)	EDAD OCURRE	ORIGEN	OBSERVACIONES
2	1	226	1 año 1/2	Caída Natural	Terreno inclinado y pedregoso. El claro está aladoño a una quebrada.
	2	86	2 años	Caída Natural	Abundancia de cactus.
	3	178	2 años	Caída Natural	Abundancia de cactus. Claro aladoño a una quebradita.
	4	86	1 año	Caída Natural	
	5	60	4 años	Caída Natural	
3	6	84	2 meses	Guasa Mayo 91	Transectos 1,4 están limitados por quebrada El Achotal.
	7	260	2 meses	Guasa Mayo 91	El transecto 2 está en pendiente y en el transecto 3 pasa una quebradita.
	8	129	2 meses	Guasa Mayo 91	Pendiente inclinada. El claro está cerca de la quebrada El Achotal.
	9	209	2 meses	Guasa Mayo 91	
	10	265	2 meses	Guasa Mayo 91	Cerca de la quebrada El Achotal.

Del Cuadro 2 resultan evidentes las diferencias que presentó el grupo de claros encontrado en cada PMP, en relación a su origen y la edad estimada. De ahí que el criterio más obvio para clasificar los claros sea el origen. En los análisis posteriores se consideran, por ello, dos grupos:

- Claros sin quema recientes: No.1, 2, 3, 4 y 5
- Claros con quema recientes: No. 6, 7, 8, 9, 10

5.2 Caracterización de la luz dentro y fuera de los claros

5.2.1 Intensidad de luz dentro de los claros

Las mediciones para los claros en la PMP-2 representan condiciones de nubosidad, mientras que en los claros de (o cerca de) la PMP-3, corresponden a días soleados (capítulo 4.5). El hecho de no contar con condiciones similares entre los claros limita el análisis comparativo entre parcelas, esto es, entre claros con y sin quema; no así, para las comparaciones entre claros dentro de cada parcela. Por lo anterior, se reconoce que los resultados de este estudio, referidos al efecto de la intensidad de luz en los claros sobre la regeneración natural, son de carácter muy preliminar.

Los valores de la radiación fotosintéticamente activa (RAFA) correspondiente al centro de cada claro (promedio de

cinco mediciones en el área definida como claro) se presentan en el Cuadro 3a. Promediando los días de medición para cada claro, se obtiene, en el caso de los claros en la PMP-3, un valor RAFA al centro del claro que es prácticamente el doble al valor correspondiente a los claros en la PMP-2 (1,370 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{seg}$ vs. 559 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{seg}$). Por otro lado, estos valores representan entre un 92% (PMP-3) y un 55% (PMP-2) de la RAFA a "campo abierto", esto es, en condiciones de plena iluminación (Cuadro 3b).

5.2.2 Intensidad y variación de la luz a lo largo de los transectos y definición de claros

En el Anexo 3 se presenta la distribución en clases de RAFA para los cuadrados de medición por cada transecto y claro. Un resumen con la frecuencia por clase de RAFA para todos los cuadrados en cada parcela se incluye en el Cuadro 4 y se ilustra gráficamente en la Figura 8.

Las distribuciones son distintas entre las parcelas, encontrándose que el espectro de variación de luminosidad a lo largo de los transectos levantados es mayor en la PMP-3, con un 47% de los cuadrados por encima de la clase de RAFA a partir de 200 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{seg}$, en comparación con apenas

CUADRO 3a: Valores de radiación fotosintéticamente activa (RAFA, en $\mu\text{m}^2/\text{seg}$) en el centro de cada claro estudiado en las dos parcelas permanentes (PMP).

Claro N ^o	DIA 1	DIA 2	DIA 3	Claro N ^o	DIA 1	DIA 2
1	295	315	1317	6	1578	1409
2	548	124	828	7	1572	1713
3	1191	442	1146	8	1305	272
4	434	157	119	9	1636	1627
5	459	302	705	10	1305	1297
x	585.4	268.0	823.0	x	1479.2	1263.6
s	350.5	129.1	463.0	s	160.9	578.7
cv	59.9	48.2	56.3	cv	10.9	45.8
EX	26.7	21.5	25.2	EX	4.9	20.5

CUADRO 3b: Valores de referencia a campo abierto para cada PMP (RAFA en $\mu\text{m}^2/\text{seg}$)

	DIA 1	DIA 2	DIA 3	x	s	cv	EX
PMP-2	402	1190	1470	1020.6	553.7	54.26	31.36
PMP-3	1424	1560	---	1492	96.36	6.44	4.57

CUADRO 4: Distribución por clases de RAFA (en $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{seg}$) de los cuadrados de medición por cada transecto y claro estudiado en las parcelas de muestreo permanente (PMP).

Clase de RAFA	PMP-2	PMP-3	Total	%
1 = < 50	155	89	244	39
2 = 50 - < 100	59	43	102	16
3 = 100 - < 200	43	51	94	15
4 = 200 - < 400	18	41	59	9
5 = 400 - < 800	5	53	58	9
6 = 800 - < 1200	-	36	36	6
7 = 1200 +	-	37	37	6
Total	280	350	630	100

un 8% en el caso de la PMP-2. Esto indican dos condiciones totalmente diferentes en cuanto al ambiente de luz en el sotobosque de una y otra parcela, lo cual dificulta un análisis comparativo de los efectos de los claros sobre la vegetación del sotobosque.

Se hizo un análisis gráfico de los valores de RAFA a lo largo de los transectos, observándose que estos acusaban una gran variación en cuadrados que se encontraban netamente dentro del dosel del bosque. Esto da una indicación de lo irregular de la cobertura de copas, que deja espacios descubiertos o sectores de claros sin que se detecte algún árbol muerto en el suelo o en pie.

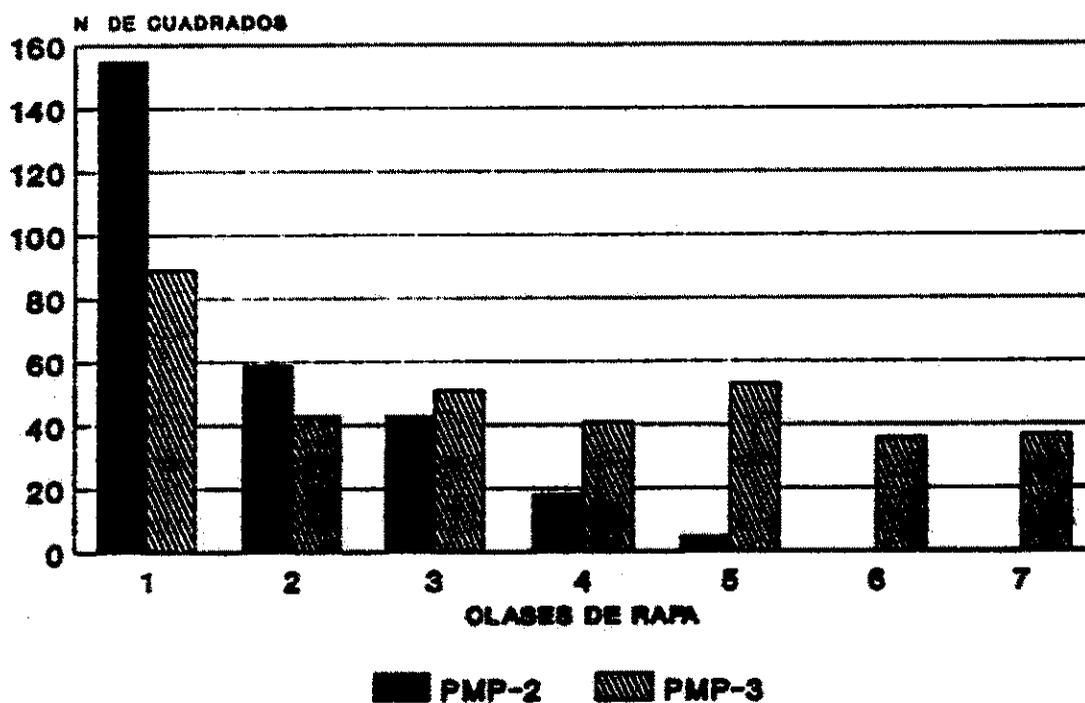


Figura 8. Distribución por clase de RAFA ($\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{seg}$) en los cuadrados estudiados en las PMP.

No pareció tener sentido elegir como criterio para diferenciación de claros algún valor límite de RAFA en la serie de cuadrados, más aún en razón de lo insuficiente de las medidas que pudieron ser tomadas en el campo. Por ello, se prefirió trabajar con la diferenciación hecha en el campo, al momento de levantar el perímetro del claro, de acuerdo al criterio expuesto en la sección 4.2 (página 27).

Según esto, en el Anexo 4 se presenta la separación de los cuatro transectos que parten de cada claro, para los cuadrados que se consideran "dentro" del claro y "fuera" del claro. Del total de 642 cuadrados levantados, 153 (24%) se clasifican como dentro de claros y 489 (76%) como fuera. En la PMP-2, la proporción de cuadrados dentro de claros es menor que en la PMP-3: un 20% (n = 55) versus el 27% (n = 98), respectivamente.

5.3 Análisis de la vegetación

5.3.1 Composición florística

En los 642 m² muestreados se encontraron un total de 73 especies (incluyendo 3 especies arbustivas) medidas a partir de 10 cm de altura y hasta 2.4 cm dap (Cuadro 5). Estas se distribuyeron en 38 familias y 61 géneros.

Continuación Cuadro 5.

NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO	FAMILIA	PNP-2					PNP-3				
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Laurel hebra	<i>Cordia alliodora</i>	Boraginaceae			x			x	x	x	x	x
Laurel macho	<i>Cordia gerascanthus</i>	Boraginaceae	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Nadero negro	<i>Gliricidia sepium</i>	Fabaceae									x	
Nadroño	<i>Calycophyllum candidissimum</i>	Rubiaceae	x	x		x			x	x		
Nadroño negro	<i>Sustardia macrocarpa</i>	Rubiaceae		x								
Malacaquiste	<i>Chonelia speciosa</i>	Rubiaceae						x	x	x		
Malpigia	<i>Malpighia stevensii</i>	Malpighiaceae	x	x	x	x						
Melero	<i>Thounidium decandrum</i>	Sapindaceae	x		x		x	x	x			
Nelón	<i>Schopfia schreberi</i>	Oleaceae							x			
Nozote de caballo	<i>Cenchrus sp</i>	Poaceae							x			
Nuñeco	<i>Cordia collococca</i>	Boraginaceae				x			x			
Nancigüiste	<i>Ziziphus guatemalensis</i>	Rhamnaceae	x	x	x	x	x					
Naranjillo	<i>Marisonia americana</i>	Capparidaceae	x		x	x	x					
Niño muerto	<i>Caesalpinia exostea</i>	Caesalpinaceae	x	x	x	x	x	x		x		
Oregano	<i>Lippia cardistegia</i>	Verbenaceae	x	x				x	x	x	x	x
Padre de familia	<i>Allophylus psilospermus</i>	Sapindaceae		x	x	x	x	x	x	x	x	x
Palanco	<i>Sapranthus nicaragüensis</i>	Annonaceae							x			
Palo de faja	<i>Machaerium biovulatum</i>	Fabaceae		x				x				
Palo de iguana	<i>Capparis indica</i>	Capparidaceae		x				x				
Palo de leche	<i>Sapium macrocarpum</i>	Euphorbiaceae	x									
Palo de maria	<i>Bunchosia ocellata</i>	Malpighiaceae	x									
Palo de piojo	<i>Trichillia hirta</i>	Meliaceae							x			
Palo de rosa	<i>Hippocratea rosea</i>	Hippocrateae	x	x		x	x	x	x	x		
Papaturrillo	<i>Coccoloba venosa</i>	Polygonaceae							x	x	x	
Pata de vaca	<i>Allophylus racemosus</i>	Sapindaceae						x	x	x		
Pata de venado	<i>Allophylus occidentalis</i>	Sapindaceae							x			
Patacón	<i>Trichillia meschata</i>	Meliaceae						x		x		
Petrono	<i>Pisonia macranthocarpa</i>	Nyctaginaceae		x							x	
Pochotillo	<i>Zantoxylum monophyllum</i>	Rutaceae				x						x
Poró-poró	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	Bixaceae		x	x			x	x	x		x
Quebracho	<i>Lysiloma sp</i>	Mimosaceae	x	x	x	x	x	x			x	x
Sangregrado	<i>Pterocarpus rohrii</i>	Fabaceae	x			x						
Talalate	<i>Gyrocarpus americanus</i>	Hernandiaceae	x	x	x	x		x	x		x	x
Vainillo	<i>Senna atovaria</i>	Caesalpinaceae								x		x
Yaya	<i>Cassaria treulia</i>	Flacourtiaceae	x		x	x	x				x	
Zuncho	<i>Lonchocarpus phlebophyllus</i>	Fabaceae	x									
Desconocido	??	??	x		x	x	x	x	x		x	

La familia más ampliamente representada es Fabaceae, con 9 especies, siguiéndole: Mimosaceae (5 especies), Caesalpinaceae, Malpighiaceae, Boraginaceae y Meliaceae (cada una con 3 especies).

33 especies de las 73 son comunes entre los muestreos en las dos parcelas estudiadas; el índice de similaridad florística según Jaccard es en este caso de un 45%.

5.3.2 Densidad y distribución por clase de tamaño de la vegetación

El Cuadro 6 presenta la distribución por clases de altura de los individuos inventariados. Un 69% de estos son menores del metro de altura y el 93 % no supera los 2 m.

Las siguientes especies se encontraron representadas en su gran mayoría por individuos debajo de 0.5 m de altura, esto es, como regeneración reciente:

- | | |
|--------------------|---------------|
| - Barbasco | - Melero |
| - Cerillo | - Niño muerto |
| - Chocoyito | - Poro-poro |
| - Cornizuelo | - Quebracho |
| - Huevo de chancho | - Talalate |

CUADRO 6: Distribución por clases de altura del número de individuos inventariados en los transectos de las parcelas permanentes (PMP) 2 y 3.

CLASE DE ALTURA	RANGO (m)	PMP-2 (1-5)	PMP-3 (6-10)
1	< 0.5	585	603
2	0.5 < 1.0	130	165
3	1.0 < 1.5	57	48
4	1.5 < 2.0	36	16
5	2.0 < 2.5	15	12
6	2.5 < 3.0	7	14
7	>= 3.0	17	9
TOTAL		847	867

En las Figuras 9a y 9b se representan las especies con los mayores valores de densidad (expresado en números de indiv./m²) en los cuadrados dentro y fuera de los claros, para las PMP-2 y PMP-3, respectivamente. En general, se aprecia en cada (parcela), que la composición principal de especies arbóreas es muy similar, tanto dentro como fuera de los claros.

5.3.3 Análisis comparativo a nivel de claro y entre claros y su influencia en la regeneración del sotobosque

En el análisis comparativo de la regeneración que se muestreó en cuadrados dentro y fuera de los claros, se seleccionaron, de entre las 73 especies inventariadas, las



Figura 9a. Especies más abundantes dentro de los claros en la PMP-2.
Densidad en número de individuos/m²

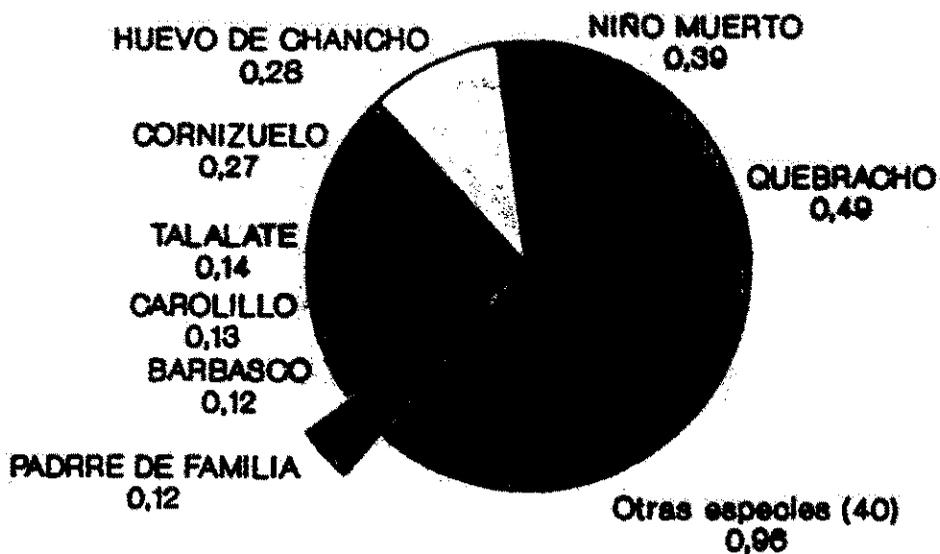


Figura 9a. Especies más abundantes fuera de los claros en la PMP-2.
Densidad en número de individuos/m²

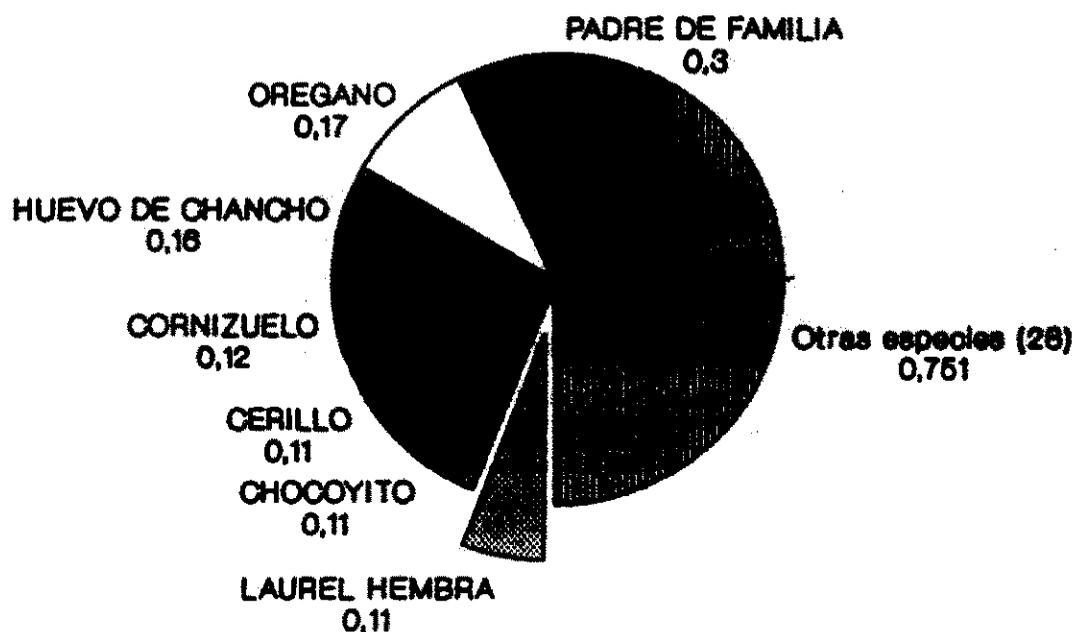


Figura 9a. Especies más abundantes dentro de los claros en la PMP-3.
Densidad en número de individuos/m²

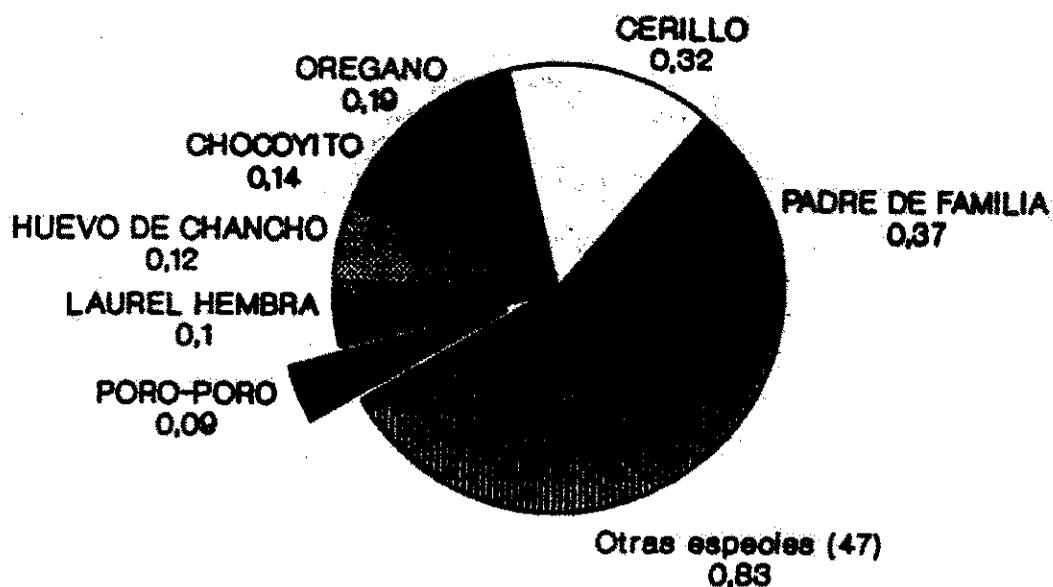


Figura 9b. Especies más abundantes fuera de los claros en la PMP-3.
Densidad en número de individuos/m²

nueve especies más frecuentes en todos los claros.

En el Cuadro 7 aparecen las especies seleccionadas con sus valores de densidad por "posición" -dentro/fuera del claro para cada parcela.

Se hizo un análisis de chi-cuadrado por especie y parcela, para comparar las frecuencias de ocurrencia en cuadrados dentro y fuera de claros, con el fin de averiguar el efecto del claro sobre la distribución del número de plantas. Para los claros de la PMP-2, se encontró un valor de chi-cuadrado que indica un efecto de la posición sobre la distribución del número de plantas.

Con relación a este análisis, se puede anotar lo siguiente:

a) El número de plantas es mayor fuera (84.5%) del claro que dentro (15.5%) del claro; esto se debe a que fueron considerados más cuadrados fuera que dentro. Si no hubiera efecto del claro, se encontraría aproximadamente la misma frecuencia - 0.15 y 0.85 - para todas las especies; si esas frecuencias se apartasen mucho de esa proporción, se podría atribuir a un efecto del claro que es diferente para algunas especies.

CUADRO 7: Tabla de contingencia de abundancia (cifra superior: número total de individuos; cifra inferior: densidad por m²) dentro y fuera de los claros, en las parcelas permanentes PMP-2 y PMP-3, para las especies seleccionadas. (Entre paréntesis, el número de cuadrados muestreados; equivalente a m²).

ESPECIES SELECCIONADAS	PMP - 2		PMP - 3	
	DENTRO (55)	FUERA (226)	DENTRO (98)	FUERA (263)
1. Padre de familia (<u>Allophylus psilospermus</u>)	1 0.02	28 0.12	29 0.30	97 0.37
2. Huevo de chancho (<u>Stemmadenia sp.</u>)	10 0.18	63 0.28	16 0.16	32 0.12
3. Cornizuelo (<u>Acacia costaricensis</u>)	7 0.13	60 0.27	12 0.12	19 0.07
4. Chocoyito (<u>Diospyros nicaraguensis</u>)	13 0.24	16 0.07	10 0.11	38 0.14
5. Carolillo (<u>Erythroxylon havanensis</u>)	8 0.15	29 0.13	6 0.06	9 0.03
6. Quebracho (<u>Lysiloma sp.</u>)	17 0.31	110 0.49	3 0.03	5 0.02
7. Talalate (<u>Byrocarpus americanus</u>)	4 0.07	32 0.14	6 0.06	7 0.03
8. Laurel macho (<u>Cordia gerascanthus</u>)	9 0.16	31 0.14	3 0.03	9 0.03
9. Barbasco (<u>Jacquinia aurantiaca</u>)	4 0.07	28 0.11	2 0.02	17 0.07
Sub-total	73 1.33	397 1.76	87 0.24	233 0.65
Otras especies	37 0.67	345 1.59	39 0.40	339 1.28
TOTAL	110 2.00	742 3.35	126 0.64	572 1.93

b) Un valor de chi-cuadrado de 0.270 en la PMP-3 no permite rechazar la hipótesis de que no hay efecto del claro. Puede tratar de explicarse este resultado, si en la PMP-3 el bosque es más ralo que en la PMP-2, de modo que en la primera el efecto de los claros es menor. Sin embargo, se sabe que en la PMP-3 se sobrepone el efecto de la quema parcial que sufrió el área.

c) No se encontró efecto de los claros sobre la distribución de las clases de altura, tanto en la PMP-2, como en la PMP-3 (valores de 0.147 y 4.413 para chi-cuadrado, respectivamente).

Finalmente, se hicieron análisis de varianza de alturas de las plantas, considerando como fuentes de variación: parcelas (PMP-2, PMP-3), claros en las PMP y posición de cuadrados (dentro/fuera de cada claro). El análisis se hizo por separado para las especies más abundantes. Se encontraron diferencias significativas entre claros para las especies Cornizuelo, Huevo de Chancho y Talalate.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1) Se reconoce que los resultados de este estudio, referidos al efecto de la intensidad de luz en claros sobre la regeneración natural, son de carácter muy preliminar, limitados por el hecho de no contar con condiciones comparables entre los claros identificados (de diferente origen: con y sin quema) y a las pocas mediciones disponibles sobre el ambiente luminoso en el sotobosque.

2) De los diez claros del dosel identificados en dos parcelas de muestreo permanente (PMP) de 1 ha cada una, cinco se originaron aparentemente por la caída de un árbol del dosel, mientras que el resto tuvo su origen en una quema reciente en la parcela estudiada. El tamaño promedio de los claros naturales fue de 127 m² (rango de 60-226 m²), mientras que en los claros ocasionados por la quema reciente, fue de 189 m² (84-265 m²), esto es, cerca de un 50% mayor.

3) Los valores de radiación fotosintéticamente activa (RAFA) al centro de los claros con quema reciente llegan a casi el doble de los valores al centro de claros naturales (sin quema reciente), representando entre un 92% y 55% de la RAFA en condiciones de plena iluminación (a "campo abierto"), respectivamente.

4) Para la diferenciación de claros del dosel no se pudo utilizar un criterio de acuerdo a valores de RAFA, debido a su alta variabilidad a lo largo de los transectos del centro del claro hasta varios metros dentro del bosque. Esto permitió poner a prueba la aplicación, utilizada en el campo, de la definición propuesta por Brokaw (1982) para bosques tropicales húmedos.

5) Los análisis efectuados no permitieron arribar a conclusiones claras sobre la dependencia de las especies con respecto a las condiciones de los claros estudiados. No se encontró una relación entre la distribución y la abundancia de la regeneración (arbórea y arbustiva) del sotobosque con el tamaño del claro.

6) Se detectó que muchas especies presentan diferencias relativas en su abundancia entre zonas en el claro y otras en el interior del bosque. Estos resultados se pueden explicar considerando que el ambiente adecuado es la interacción de diferentes factores, uno de ellos, el tamaño del claro.

Las RECOMENDACIONES que se derivan del estudio son:

1) Realizar estudios comparativos en el bosque seco caducifolio, para analizar las diferencias que existen en la regeneración del sotobosque en diferentes habitats, tomando en cuenta los cambios estacionales en los regimenes de luz y de humedad del suelo.

2) Desarrollar trabajos de investigación en bosques tropicales secos, que ayuden a tener una definición operacional sobre los claros en el bosque y determinar si hay otros factores que los originan.

3) Son necesarios más estudios comparativos de la interacción de especies y su disponibilidad con respecto a las condiciones ambientales que se producen en y alrededor de los claros.

7. BIBLIOGRAFIA

- BONGERS, F, POPMA, J, 1986. Arboles y claros en una selva tropical mexicana. Definición de especies en relación con la heterogeneidad ambiental asociado con claros. Tesis doctoral (Resumen).
- CARDENAS, V, L. 1986. Estudios ecológicos y diagnóstico silvicultural de un bosque de terraza média en la llanura aluvial del río Nanay, Amazonia Peruana, Universidad de Costa Rica, CATIE, Tesis Mag. Sc, 133 p.
- FETCHER, N. et al. 1987. Efectos del régimen de luz sobre la fotosíntesis y el crecimiento en las plántulas de árboles de un bosque lluvioso tropical de Costa Rica, Revista de Biología Tropical. Universidad de Costa Rica (Costa Rica). Vol. 35 (S.N), suplemento 1 p(97-109).
- FINEGAN, B. 1991. Bases ecológicas para la silvicultura. Capítulo I: Condiciones y recursos y su distribución en el espacio y el tiempo. Notas de clase. IV Curso Intensivo Internacional de Silvicultura y Manejo de Bosques Naturales Tropicales. CATIE, Turrialba, C.R.
- GOMEZ-POMPA, et al. 1976. Investigaciones sobre regeneración de selvas altas en Veracruz, México. México. Editorial Continental. 676 p.
- GUTIERRES G, T.N y BAYRES U, N.C. 1990. Estudio silvicultural y socio-económico del componente arbóreo en la cooperativa Fermín Carda, Rivas, Nicaragua. Trabajo de Diploma, ECFOR, Universidad Nacional Agraria, Managua. Nicaragua.
- HARTSHORN B,S. 1980. La dinámica de los bosques Neotropicales. Centro Científico Tropical, Trad. del artículo " Neotropical Forest Dynamics ". La revista Científica Biotropica 12: 23-30, San José Costa Rica.
- HERRERA, R.A, et al. 1974. Ecología de los bosques siempre verdes de la Sierra del Rosario, CUBA. Proyecto MAB. Nº 1. 760 p.
- INSTITUTO DE RECURSOS NATURALES Y DEL AMBIENTE (IRENA). 1984. Estudios básicos de Chacocente. 34 p.
- INSTITUTO DE RECURSOS NATURALES Y DEL AMBIENTE (IRENA). 1985. Plan de Desarrollo Forestal de la Republica de Nicaragua. Informe Principal. Managua, Nicaragua. 130 p.

- INSTITUTO DE RECURSOS NATURALES Y DEL AMBIENTE (IRENA).
1987. Estudio de Vegetación Río Escalante - Chacocente.
Managua, Nicaragua.
- LEIGH, E.G, RAND, A.S, WINDSOR, D.M, 1990. Ecología de un
bosque tropical. Ciclo estacionales y cambios a largo
plazo. Smithsonian Tropical, Reseach Institute Balboa,
Republica de Panamá. 546 p.
- MANTA, M.I. 1988. Análisis silvicultural de dos tipos de
bosque húmedo de bajura en la vertiente atlántica de
Costa Rica. CATIE. Turrialba, Costa Rica. Tesis Mg. Sc.
150 p.
- QUEVEDO H., L. 1986. Evaluación del efecto de la tala
selectiva sobre la renovación de un bosque húmedo
subtropical en Santa Cruz, Bolivia. Tesis Mg.Sc. CATIE,
Turrialba, C.R., CATIE. 221 p.
- SABOGALES, C. 1989. Planificación del inventario forestal
en el area de investigación del ISCA en Chacocente,
CATIE. Tutirrialba, Costa Rica. 42 p.
- UNESCO/PNUMA/FAO. 1980. Ecosistema de los bosques
tropicales. Informe sobre el estado de los
conocimientos. Trad. de UNESCO/CIFCA. Madrid, España.
771 p.
- VALERIO L. A. Y CORONADO A. 1991. Estudio preliminar de la
regeneración natural de especies arbóreas en el
bosqueseco tropical de Chacocente. UNAIECFOR, Managua;
Nicaragua. 79 p.
- VEBA, L. 1977. La Silvicultura de Cordia alliodora (R & P)
Oken como especie exótica en Surinam. Instituto
Forestal Latino-Americano de Investigación y
Capacitación. Merida-Venezuela, Boletín NQ 52. p 6.

ANEXO 1

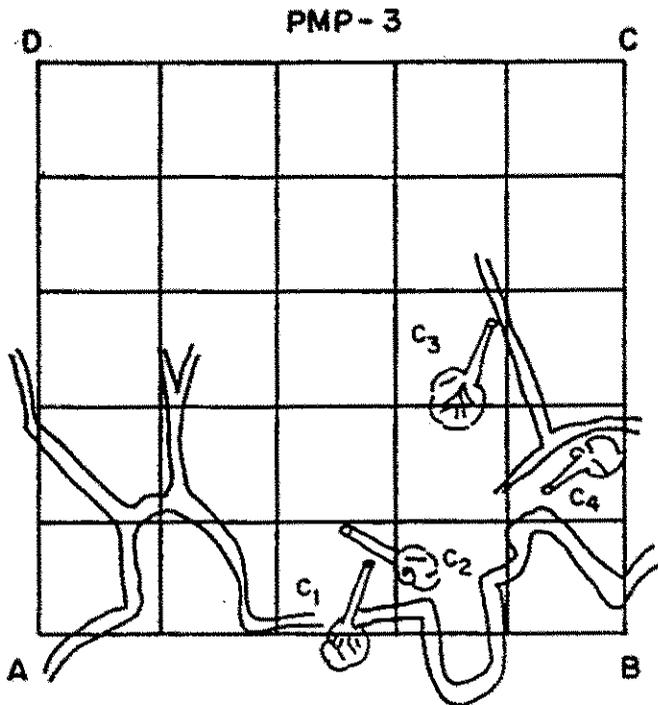
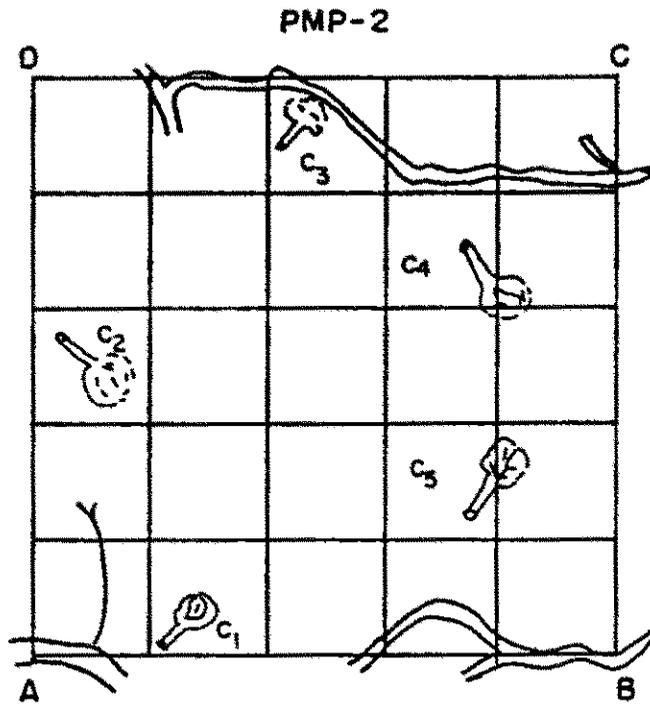
Características físicas de los perfiles de suelo, correspondientes a las parcelas de muestreo permanente (PMP) No. 2 y 3 en el bosque seco oaducifolio de Chacocente. (Fuente: Téllez y Navarrete, en prep.).

CARACTERISTICAS	PMP - 2	PMP - 3
		Typic Ustropept Inceptisol (FAO: Cambisol éutrico)
Altitud promedio Forma del terreno Pendiente máxima Material originario Drenaje Profundidad efectiva	40 msnm Suavemente ondulado 8-16 % Sedimentario Bien drenado 1.50 m	80 msnm Fuertemente ondulado > 30 % Limonita, arenisca, lutita Bien drenado 1.50 m
Secuencia de horizontes Clase textural 1/	A-B/C-C/B A-FA-FL	Ah1-Bt-B/C FA-FL
Vegetación 2/ Especies predominantes (en orden descendente)	Bosque ralo/Bosque denso Talalate (15%) Barazón (14%) Quebracho (8%) Guácimo de molenillo (7%) Padre de familia (6%)	Bosque moderadamente denso Laurel hembra (18%) Talalate (11%) Cortez (6%) Gavilán (5%) Quebracho (5%)

1/ A = arenosa, FA = franco arenosa, FL = franco limosa

2/ Entre paréntesis el porcentaje de abundancia de la especie en el total de la parcela de 1 ha, para árboles a partir de 10 cm dap.

Anexo-2. Croquis de ubicación de los claros levantados en las Parcelas de Muestreo Permanente (PMP) y detalles de cada uno de los claros. (C₁ a C₁₀).



SIMBOLOGIA

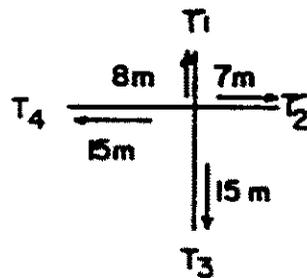
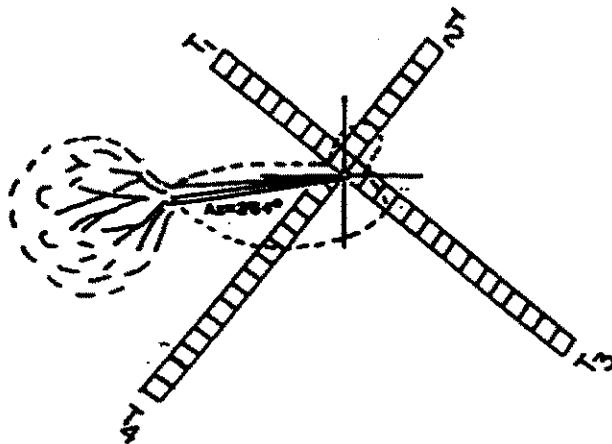
= Quebrada Achotal

C_x = Claro_x

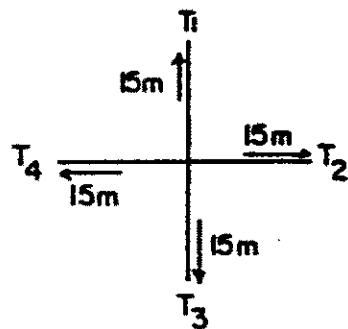
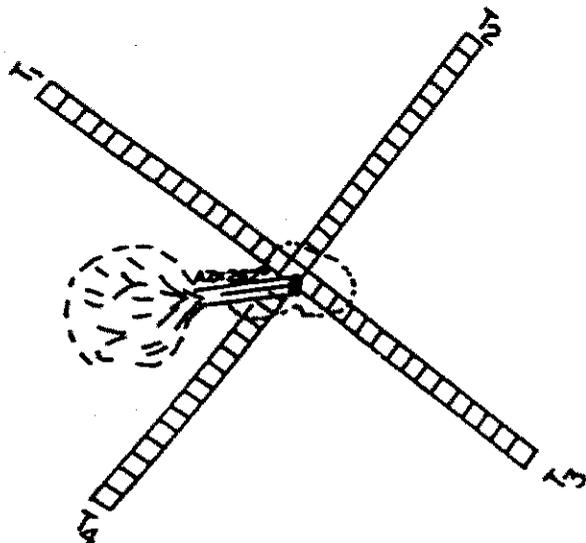


Escala 1:200

CLARO Nº 1
(PMP-2)



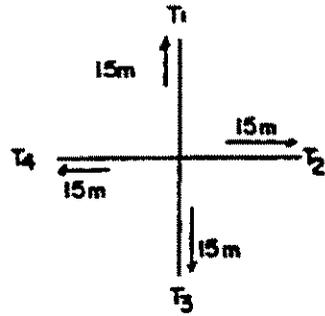
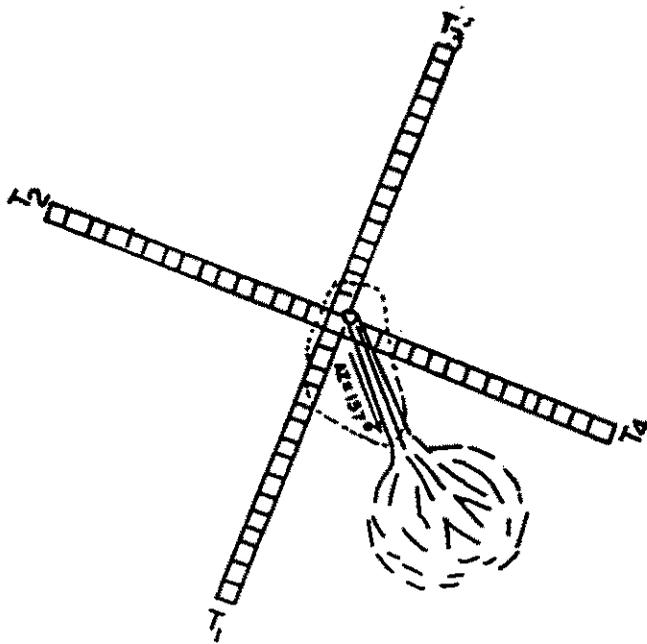
CLARO Nº 2
(PMP-2)



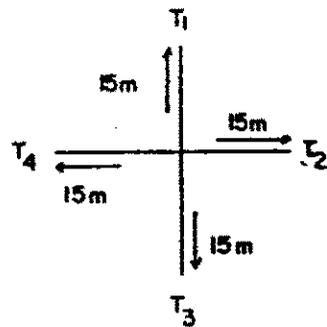
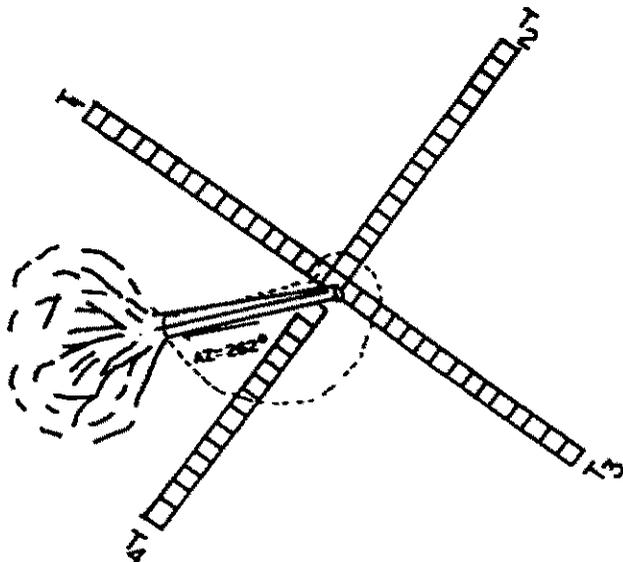
□ = 1 x 1 m²



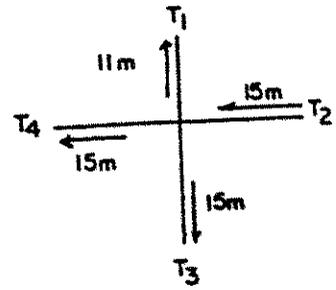
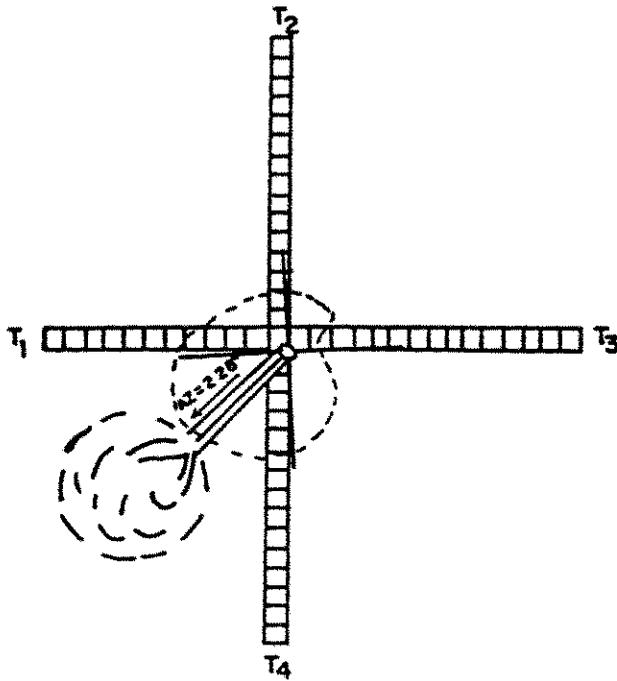
CLARO Nº 3
(PMP-2)



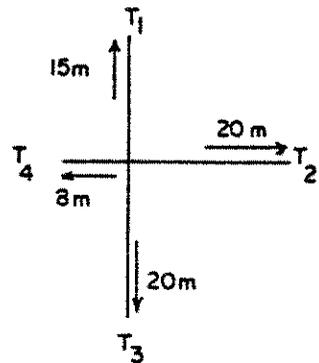
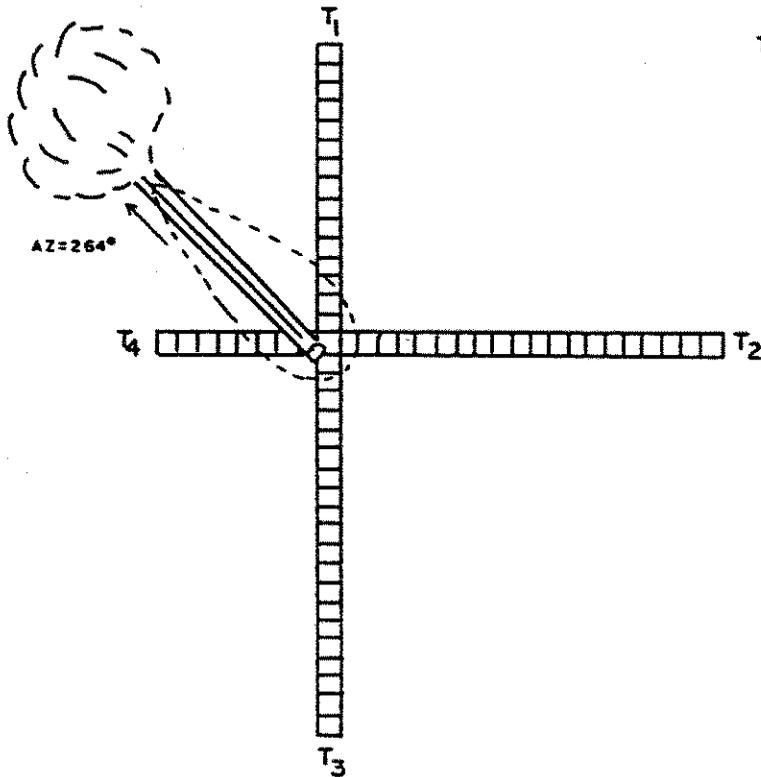
CLARO Nº 4
(PMP-2)



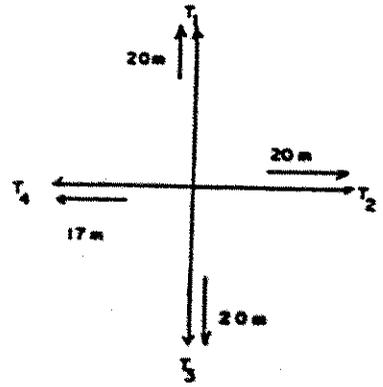
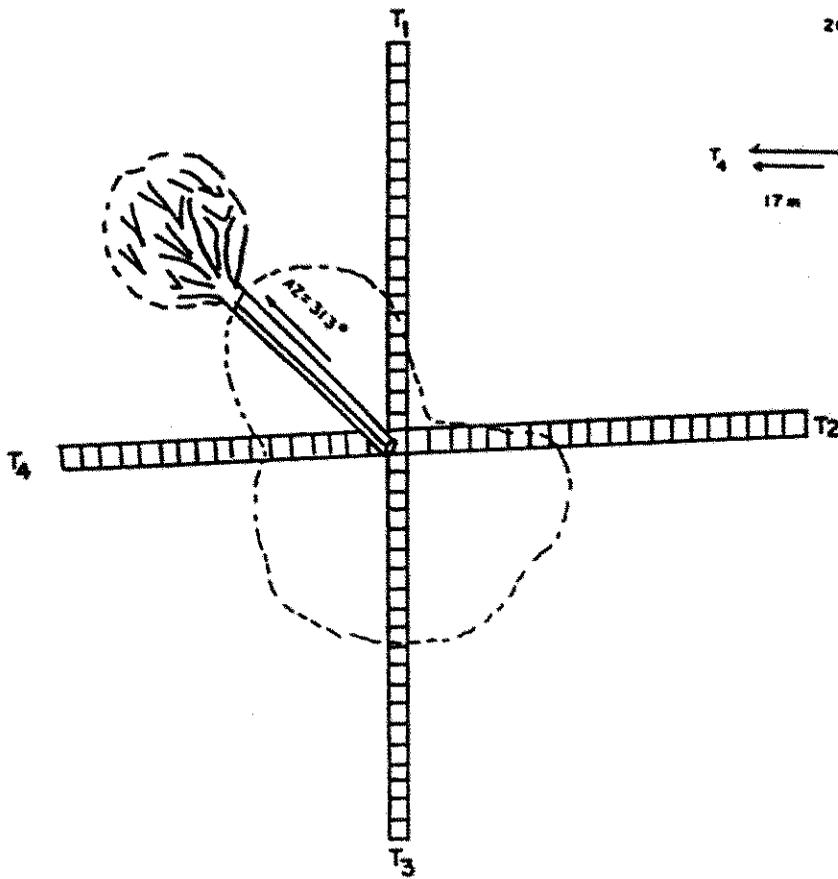
CLARO Nº 5
(PMP-2)



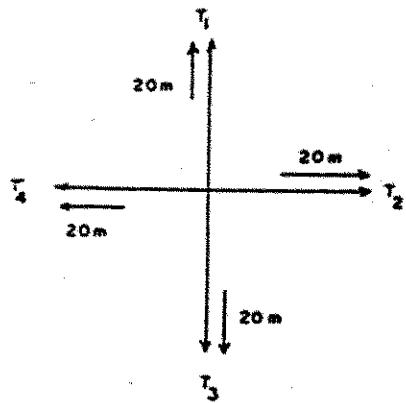
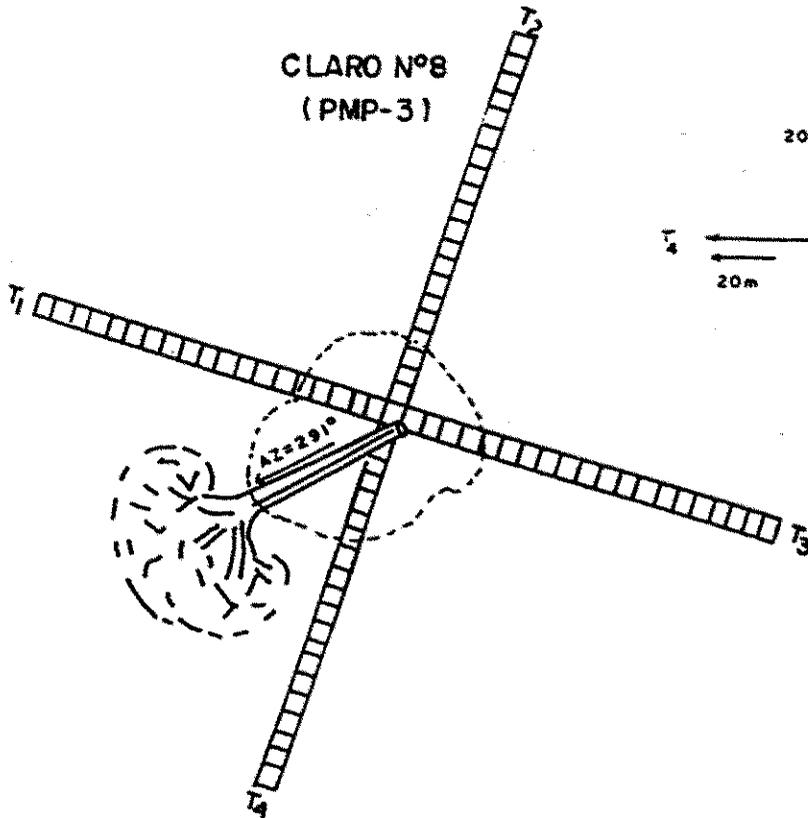
CLARO Nº 6
(PMP-3)



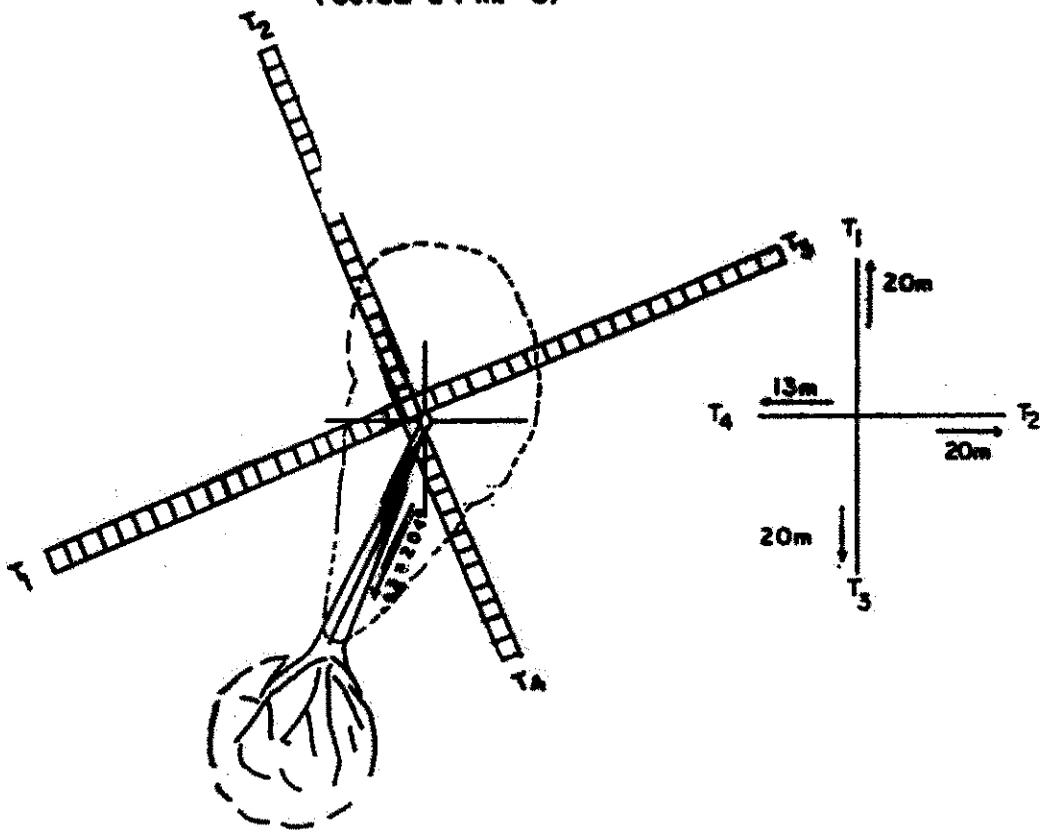
CLARO Nº 7
(PMP-3)



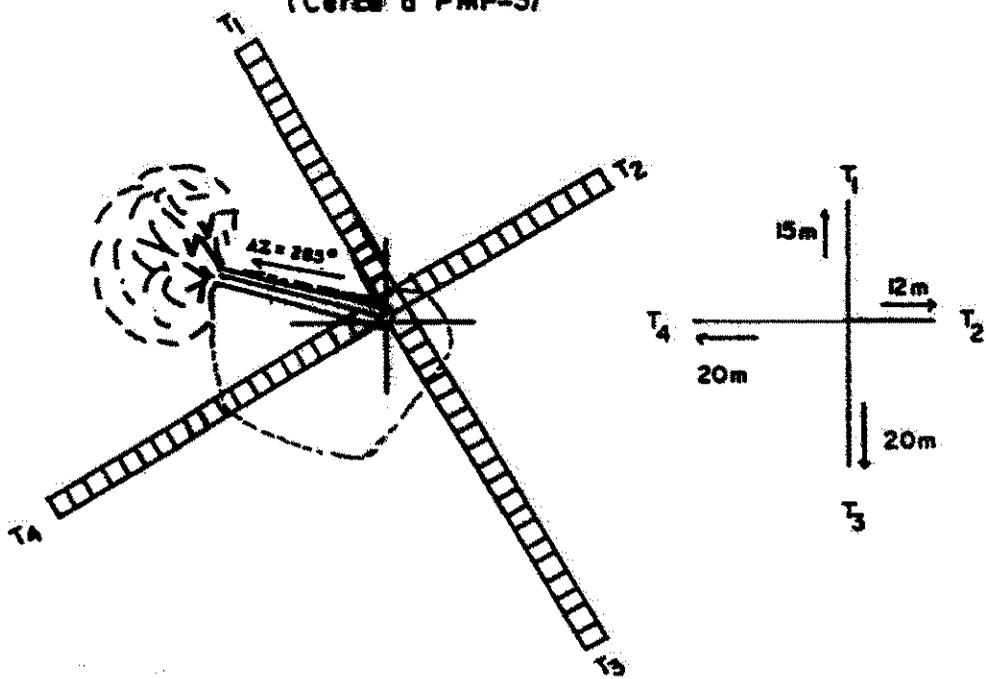
CLARO Nº 8
(PMP-3)



CLARO Nº 9
(Cerce a PMP-3)



CLARO Nº 10
(Cerce a PMP-3)



ANEXO 3

Distribución por clases de RAFA 1/ de los cuadrados de medición por cada transecto y claro estudiado. (Promedio de mediciones diarias).

1/ Clase de RAFA (en $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{seg}$): 1 = < 50, 2 = 50-<100, 3 = 100-<200, 4 = 200-<400, 5 = 400-<800, 6 = 800-<1200, 7 = 1200 y más.

PHP	CLARO	TRANS	CLASES DE RAFA							TOTAL
			1	2	3	4	5	6	7	
2	1	1	4	1	1	2				8
		2	5	1	1					7
		3	13	2						15
		4	8	3		4				15
	2	1	6	4	4	1				15
		2	10	1	1	2	1			15
		3	3	8	4					15
		4	14	1						15
	3	1	6	5	2	1	1			15
		2	12	1	2					15
		3	6	4	5					15
		4	7	6	1	1				15
	4	1	3	6	5	1				15
		2	15							15
		3	13	2						15
		4	1	4	8	2				15
	5	1	4	1	3	3				11
		2	7	5	2		1			15
		3	12	1		1	1			15
		4	5	4	5		1			15

... ANEXO 3

PMP	CLARO	TRANS	CLASES DE RAFA							TOTAL	
			1	2	3	4	5	6	7		
3	6	1	11	1	2	1					15
		2	11	2		1	2	3	1		20
		3	11	2	3	1	3				20
		4	5	1	1	1					8
	7	1		3	5	3	3	4	2		20
		2				1	4	3	12		20
		3	8	4	2		3	3			20
		4	7	4	1	2	2	1			17
	8	1	8	3		2	1				14
		2	4	1	3	4	4	1			17
		3	2	1	7	3	3	2	2		20
		4	8	6	1						15
	9	1		2	1	3	7	4	3		20
		2	1		2	4	7	3	3		20
		3	2	4	4	3	1	1	5		20
		4	3	2	2	1	2		3		13
	10	1	1	2	4	6	2				15
		2	8		1		2	1			12
		3	2	3	7	2	1	3	2		20
		4	3	2	4	4	2	1	4		20

ANEXO 4

Clasificación de los cuadrados dentro y fuera de los claros estudiados en las parcelas permanentes 1 y 2

PHP	CLARO	TRANS	CUADRADOS	
			DENTRO	FUERA
2	1	1	1	2-8
		2	1-3	4-7
		3	1-3	4-15
		4	1-6	7-15
	2	1	1	2-15
		2	1	2-15
		3	1-3	4-15
		4	1-3	4-15
	3	1	1-4	5-15
		2	1	2-15
		3	1-2	3-15
		4	1-3	4-15
	4	1	1	2-15
		2	1	2-15
		3	1-2	3-15
		4	1-7	8-15
	5	1	1-4	5-11
		2	1-2	3-15
		3	1-2	3-15
		4	1-5	6-15

... ANEXO 4

PMP	CLARO	TRANS	CUADRADOS	
			DENTRO	FUERA
3	6	1	1-3	4-15
		2	1	2-20
		3	1-2	3-20
		4	1-4	5-8
	7	1	1-6	7-20
		2	1-7	8-20
		3	1-10	11-20
		4	1-7	8-17
	8	1	1-5	6-20
		2	1-3	4-20
		3	1-4	5-20
		4	1-6	7-18
	9	1	1-4	5-20
		2	1-7	8-20
		3	1-7	8-20
		4	1-6	7-13
	10	1	1	2-15
		2	1	2-15
		3	1-4	5-20
		4	1-10	11-20