

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN SIMON
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y PECUARIAS
ESCUELA DE CIENCIAS FORESTALES



**EVALUACIÓN DE LA DINÁMICA DE ÁRBOLES A TRAVÉS DEL
ANÁLISIS DE PARCELAS PERMANENTES DE MONITOREO EN
AGRUPACIONES SOCIALES DEL LUGAR (ASL) y TIERRAS
COMUNITARIAS DE ORIGEN (TCO) DE LOS MUNICIPIOS DE
IXIAMAS Y SAN BUENAVENTURA- LA PAZ**

**TESIS DE GRADO PARA
OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO FORESTAL.**

NICOLAS FESSY GONZALES

COCHABAMBA – BOLIVIA
2007



UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN SIMON
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y PECUARIAS
ESCUELA DE CIENCIAS FORESTALES



EVALUACIÓN DE LA DINÁMICA DE ÁRBOLES A TRAVÉS DEL ANÁLISIS DE PARCELAS PERMANENTES DE MONITOREO EN AGRUPACIONES SOCIALES DEL LUGAR (ASL) Y TIERRAS COMUNITARIAS DE ORIGEN (TCO) DE LOS MUNICIPIOS DE IXIAMAS Y SAN BUENAVENTURA- LA PAZ

TESIS DE GRADO

Nicolás Fessy Gonzáles



Tutor: Ing. M.Sc Mario Escalier H.
Asesor: Ing.M.Sc Edwards Sanzetenea T.
Asesor: Ing. M.Sc Bonifacio Mostacedo

COCHABAMBA – BOLIVIA

Dedicatoria

Este documento esta dedicado a mi padre el señor Luís Fessy Pardo y a mi madre la señora Rita Gonzáles Fernández, junto a todos mis hermanos, que siempre estuvieron en las buenas y las malas, me educaron, me aconsejaron, me impartieron los valores para conducirme por el camino correcto y me ofrecieron el sabio consejo en el momento oportuno.

Cochabamba, 10 de abril de 2007.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco al Instituto Boliviano de Investigación Forestal (IBIF) por la cooperación y la hospitalidad presentada durante la realización de la presente TESIS.

A todo el personal del Instituto Boliviano de Investigación (IBIF), a mis Amigos Alfredo Alarcón, Juan Carlos Licon, Lic. Zulma Villegas, Marisol Toledo y en especial al Ing. Bonifacio Mostacedo por el esfuerzo y dedicación en la revisión de este trabajo.

A todos mis docentes de la, Escuela de Ciencias Forestales Universidad Mayor de San Simón, principalmente al Ing. M.Sc Mario Escalier H. y el Ing. M.Sc Edwards Sanzetenea Terceros, quienes fueron los pilares importantes para la culminación de este proceso de investigación.

A mis padres, el señor Luís Fessy y la señora Rita Gonzáles, a todos mis hermanos, en especial al Ing. Luís Fessy Gonzáles por el apoyo constante durante mis estudios y mi etapa de titulación.

RESUMEN

El presente estudio fue desarrollado en el “Bosque Pre-andino Amazónico”, provincia Abel Iturralde ubicado al Norte del departamento de La Paz - Bolivia. Analiza la “*Dinámica de Árboles*”, a través de parcelas permanentes de monitoreo y su efecto del aprovechamiento forestal con un intervalo de tiempo de tres años. Sus unidades de muestreo se encuentran distribuidas al azar en cuatro tipos de bosques que comprenden cinco Agrupaciones Sociales de Lugar (ASL) y dos Tierras Comunitarias de Origen (TCO). Esta investigación toma en cuenta la evaluación de los árboles en sus diferentes variables: determinación del Incremento Corriente Anual (ICA) en cm/año, mortalidad, reclutamiento de nuevos individuos e intensidad de aprovechamiento forestal, según el tipo de bosque y la ecoregión. En la evaluación se consideran las siguientes variables: categoría, diámetro, calidad, posición de copa, forma de copa, infestación de bejucos, sanidad del árbol y sanidad del fuste. Los nuevos individuos fueron registrados a partir de 10 cm. de diámetro.

Mediante el análisis por clases dímétricas se observó que el incremento de las especies arbóreas sigue una función cuadrática con diferentes comportamientos de acuerdo a los tipos de bosques. Según el análisis de varianza (prueba de Tukey, comparación de medias), de las medias del ICA, se determinó diferencias significativas ($P > 13.291$) con respecto al incremento en diámetro de las especies que forman los diferentes tipos de bosque.

El promedio general del ICA para la ecoregión alcanzó a 0.46 cm/año, una mortalidad natural de 2,5 %, mortalidad causada por el aprovechamiento forestal de 2,9 % y un reclutamiento de 0,9 %. El nivel de intervención del aprovechamiento forestal normalmente alcanza un 12%, aunque éste es diferente para cada tipo de bosque.

Dentro de los cuatro tipos de bosques (los bosques medianos estacionalmente inundados), en la TCO (San Pedro) y los bosques de la ASL (bosques altos de suelos bien drenados), Copacabana, Siete Palmas, La Candelaria y San Antonio, sufrieron un mayor nivel de intensidad de aprovechamiento, ya que éstos son los que mejor responden en la dinámica de sucesión.

Los bosques mediano con presencia de tacuaral de llanura, considerado en nuestro estudio como bosque sin intervención, y los bosques medianos con sartenejal o mal drenados, a pesar de ser intervenidos, presentan indicadores menores en la dinámica de sucesión.

Los bosques que sufrieron un mayor porcentaje de intervención del aprovechamiento forestal fueron los que tuvieron una mayor tasa de crecimiento, mortalidad y reclutamiento; sin embargo, el reclutamiento fue inferior a la mortalidad natural. Ésta es una de las principales necesidades que merece atención inmediata para la planificación del manejo forestal sostenible, de otro modo estos bosques se volverán más pobres.

Palabras claves: Dinámica de árboles, tasa de incremento arbóreo, mortalidad y reclutamiento.

ABSTRACT

The present study was developed in the “Pre-Andean Amazonian forest”, Abel Iturralde province, located in the North of the department of La Paz - Bolivia. It analyzes the “Dynamics of Trees” through permanent plots of monitoring and its effect in the forest utilization with an interval of three years. Their units of sampling are distributed at random, in four types of forests which include five “*Social Agrupations of Place*” (ASL) and two “*Native land’s Communities*” (TCO). This study bears in mind the evaluation of trees in their different variables, determination of the Annual Increase Current (ICA) in cm / year, mortality, recruitment of new individuals and intensity forest utilization, according to the type of forest and the ecoregión.

In the evaluation we considered the following variables: category, diameters, quality, position of glass, form of glass, infestation of “*bejucos*”, health of the tree and its shaft. The new individuals were registered from 10 cm. of diameter.

By means of the diametrical analysis way we observed the increase of species follows a quadratic function, with different changes, depending to the forests’ type. According to the analysis of variance (Turkey, average comparison), we determined significant differences ($P > 13.291$), with regard to the increase in diameter of the species which form the different types of forests.

The general average of the ICA for the ecoregión reached 0.46 cm / year, a natural mortality of 2,5 %, mortality caused by the forest utilization of 2,9 % and a recruitment of 0,9 %. The level of intervention of the forest utilization normally reaches 12 %, though this one is different for every type of forest.

Inside the four types of forests (medium seasonally flooded forests), the forests of the TCO (San Pedro) and the forests of the ASL (high land forests), Copacabana, Siete Palmas, La Candelaria and San Antonio, suffered a major level of intensity of utilization, since these are those who better answer in the dynamics of succession.

The medium forests with presence of “*tacuaral*” plain land, considered in our study like forest without intervention, and the medium forests with “*sartenejal*”. In spite of being controlled, they present minor indicators in the dynamics of succession.

The forests that suffered a major intervention of forest utilization were those who had a major rate of growth, mortality and recruitment; nevertheless, the recruitment was lower than the natural mortality. This one is one of the principal needs that deserve immediate attention for the planning of the forest sustainable managing; otherwise, these forests will increasingly become poor.

Key words / Dynamics of trees / Rate of Arboreal Increase / Mortality / Recruitment/

CONTENIDO

	Págs.
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Justificación	3
1.2. Objetivos	4
1.3 Hipótesis.....	4
II. MARCO TEÓRICO.....	5
2.1 Esquema teórico	5
2.2 Consideraciones sobre los bosques tropicales	6
2.3 Importancia de las parcelas permanentes de monitoreo (PPM).....	7
2.3.1 Parcelas convencionales.....	8
2.3.1.1 Diseño de las parcelas convencionales	9
2.3.2 Parcelas experimentales	11
2.3.2.1. Diseño de las parcelas experimentales	11
2.4 La dinámica de sucesión	12
2.4.1 Sucesión primaria y secundaria	14
2.4.1.1 El bosque primario y el bosque secundario.....	14
2.4.1.2 Fases en la sucesión del bosque secundario	16
2.5 La sucesión y el tipo de perturbación.....	18
2.6 Indicadores de la dinámica del bosque tropical.....	20
2.6.1 Crecimiento.....	21
2.6.1.1 Incremento corriente anual (ICA)	22
2.6.2 Mortalidad.....	23
2.6.3 Reclutamiento	24

2.7 Antecedentes de estudios de la vegetación de Ixiamas y San Buenaventura.	25
2.7.1 Características medioambientales de la región de Ixiamas y San Buenaventura, Provincia Iturralde.	26
2.7.1.1 Fisiografía.....	26
2.7.1.2 Suelos.....	26
2.7.1.3 Hidrografía	26
2.7.1.4 Clima.....	27
2.7.2 Descripción de la vegetación:	27
2.7.2.1. Bosques altos de suelos bien drenados	28
2.7.2.2 Bosques medianos estacionalmente inundados.....	29
2.7.2.3 Bosques medianos con presencia de tacuaral de llanuras.....	30
2.7.2.4 Bosques medianos con sartenejal o mal drenados	31
III. MATERIALES Y METODOLOGÍA.....	32
3.1 Área de estudio	32
3.2 Materiales.....	34
3.3 Trabajo de campo	35
3.4 Metodología de muestreo.....	36
3.4.1 Parcelas Convencionales	36
3.5 Toma de datos.....	37
3.5.1 Registro de información en los formularios de campo	37
3.6 Análisis de los datos	44
3.6.1. Diseño.....	44
3.6.1.1 Características del diseño.	45

3.6.1.2 Prueba de significación de TUKEY.....	49
3.7 Variables	50
3.7.1 Aprovechamiento forestal.....	50
3.7.2. Incremento corriente anual (ICA).....	52
3.7.2.1 Determinación del tiempo de paso.....	53
3.7.3 Mortalidad y Reclutamiento	54
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	55
4.1 Intervención del aprovechamiento forestal.....	55
4.2 Incremento Corriente Anual (ICA) por clases diamétricas y tipos de bosque.....	57
4.2.1 Análisis de Varianza del incremento corriente anual por tipos de bosque	60
4.2.2 Tiempo de paso por clases di amétricas.....	61
4.3. Mortalidad y Reclutamiento	64
V. CONCLUSIONES	69
VI. RECOMENDACIONES	73
VII. BIBLIOGRAFÍA	75
ANEXOS.....	79

ÍNDICE DE FIGURAS

	Págs.
Figura 1. Planteamiento de esquema teórico.....	5
Figura 2. Red Nacional de Parcelas Permanentes.....	8
Figura 3. Diseño para el levantamiento de datos en parcelas convencionales.....	10
Figura 4. Diseño de parcelas experimentales con las diferentes subparcelas.	12
Figura 5. Representación de perfiles estructurales en bosques primarios y secundarios.	15
Figura 6. Esquema teórico de indicadores de la dinámica	20
Figura 7. Mapa de ubicación de las parcelas permanentes de muestreo	33
Figura 8. Diseño de las parcelas convencionales.....	36
Figura 9. Descripción de la placa.....	38
Figura 11. Posición de copa relacionada con el grado de iluminación.....	41
Figura 12. Clasificación forma de copa.....	42
Figura 13. Clases de grados de infestación de bejucos (IB).....	43
Figura 14. Diseño de muestreo por tipos de bosques.	45
Figura 15. Histograma de frecuencia.....	46
Figura 16. Datos transformados (Curva Normal)	47
Figura 17. Dispersión de datos por clase diamétrica para el (ICA).....	52
Figura 18. Incremento corriente anual por clases diamétricas.....	58
Figura 19. Promedios del Incremento Corriente Anual por tipos de bosque.	59
Figura 20 Curva del ICA-ajustado.....	61
Figura 21. Distribución de la mortalidad de los árboles.....	64
Figura 22. Tasas de mortalidad y reclutamiento de acuerdo a los tipos de bosques.	65

ÍNDICE DE TABLAS

	Págs.
Tabla 1. Datos geográficos de las unidades de muestreo para la realización del estudio de la dinámica de Árboles.	32
Tabla 2. Detalle de materiales utilizados.....	34
Tabla 3. Representación del modelo matemático “Diseño completamente al azar”.	48
Tabla 4. Diseño del análisis de varianza (ANOVA).....	49
Tabla 6. Aprovechamiento forestal por tipos de bosque	55
Tabla 7. Mortalidad causada por el aprovechamiento forestal sobre la masa remanente en los tipos de bosque.	56
Tabla 8. Análisis de Varianza (ANOVA) ICA por tipo de bosque.....	60
Tabla 9. Subconjuntos Homogéneos, HSD de Tukey (a,b).....	61
Tabla 10. Tiempo de pasos por clases diamétricas para las especies en general.	62
Tabla 11. Especies Comerciales con sus respectivos Incrementos Corrientes Anuales (ICA) en cm/año, en todo el bosque.	63
Tabla 12. Tasas de mortalidad y reclutamiento en los diferentes subtipos de bosques.....	66
Tabla 13. Resumen de los resultados de la dinámica sucesión del bosque Preandino Amazónico.....	68

ÍNDICE DE ANEXOS

	Págs.
ANEXO 1. Formulario para registrar los datos de campo utilizado para la evaluación de las parcelas convencionales.....	80
ANEXO 2. Formulario para registrar los datos de campo de nuevos individuos “RECLUTAS”.....	80
ANEXO 3. Cálculo del volumen comercial (VC) extraído por unidad de superficie y tipo de bosque.	81
ANEXO 4. Especies comerciales, poco comerciales, número de árboles aprovechados por parcela y tipos de bosque.....	81
ANEXO 5. Cálculo de daños en (%) a la masa remanente por parcela y tipo de bosque....	82
ANEXO 6. Promedios de ICA (cm/año) por parcela y tipo de bosque, número de árboles considerados en el análisis estadístico.....	82
ANEXO 7. Incremento Corriente Anual (ICA) en cm/año, por clase diamétrica de los tipos de bosque.	83
ANEXO 8. Número de árboles muertos naturalmente y número de árboles muertos por causa del aprovechamiento forestal, por clases diamétricas para todo el bosque Preandino Amazónico.....	84
ANEXO 9. Cálculo de las tasas de mortalidad y reclutamiento, por parcela y promediados por tipos de bosque.	84
ANEXO 10. Especies comerciales, poco comerciales, número de árboles aprovechados por parcela y tipos de bosque.....	85
ANEXO 11. Número de Familias, N° de especies e ICA en (cm/año) de 9 Parcelas permanentes de 1 ha. En el Bosque de Ixiamas y Tumupasa – Iturralde.	87

I. INTRODUCCIÓN

El departamento de La Paz cuenta con 6.138 km² de bosques, equivalente al 10.9 % de los bosques del país, con vegetación en tierras de altitudes intermedias y en tierras bajas en los municipios de Ixiamas y San Buenaventura, provincia Iturralde, con aproximadamente 613, 800 ha. (Balcazar, 2003).

Dentro de estos dos municipios se tienen aproximadamente 629.893 ha, bajo planes generales de manejo forestal (SIF, 2005). Con estas extensiones considerables de terreno, en la actualidad se considera como una de las regiones productoras de madera. Se extraen aproximadamente por año 168.530 m³, constituyéndose el aprovechamiento de la madera como la principal fuente de ingresos económicos para las familias (SIF, 2005).

Sin embargo estas actividades de aprovechamiento y manejo forestal deberían realizarse tomando en cuenta la dinámica y regeneración natural de estos bosques (Willians, 1996). Tal información, es muy escasa en esta región, hasta la fecha los inventarios florísticos que se han realizado mayormente fueron cuantitativos o sea se enfocaron en su mayoría en estudios de composición florística clasificación de bosques, es decir, poco se sabe sobre el crecimiento, la mortalidad y el reclutamiento de nuevas especies que se incorporan a la masa forestal (Poorter et al, 2001).

Para esto es necesario realizar estudios a largo plazo, examinar los cambios de las poblaciones en el tiempo a través de mediciones de parcelas permanentes de monitoreo, que suministren datos sobre individuos vivientes, nuevos y muertos. El conocimiento de su dinamismo puede contribuir a conocer parámetros ecológicos y promover información básica para un futuro planificar el uso y el manejo sostenible de estos bosques (Willians, 1996 y Ramirez et, al 2002).

Estos bosques sufren un aprovechamiento forestal que no deducimos el comportamiento posterior que podrían tener. Por otro lado es preciso preguntarnos si después de su aprovechamiento volverán a ser productivos. Estas son algunas de las interrogantes que

deben ser consideradas y tomadas en cuenta principalmente por los usuarios del bosque (Balcazar, 2003).

La presente TESIS evalúa la dinámica de especies árboles a través del análisis de parcelas permanentes de monitoreo convencionales, instaladas a fines del año 2002 y principios del año 2003 por el “Proyecto BOLFOR”, en cinco Agrupaciones Sociales del Lugar (ASL) y dos Tierras Comunitarias de Origen (TCO), en la provincia Abel Iturralde, Municipio de Ixiamas y San Buenaventura del departamento de La Paz.

Se tomaron nueve parcelas para el monitoreo de este estudio, cada una con una superficie de 1 ha, tomando en cuenta que cada parcela se distribuye al azar en las Asociaciones Sociales del Lugar (ASL); Copacabana, Siete Palmas, La candelaria, San Antonio, Caoba. En las Tierras comunitarias de Origen (TCO) como San Pedro y AGROFOR se tiene de a dos parcelas de muestreo de 1ha.

El presente documento contempla los siguientes aspectos:

- Ü El porcentaje de intervención del aprovechamiento forestal por unidad de muestreo (por parcela) y tipo de bosques,
- Ü La determinación del Incremento Corriente Anual (ICA) específico de las especies arbóreas con $DAP \geq 10$ cm. de acuerdo a los tipos de bosques,
- Ü La determinación de las tasas de mortalidad natural y mortalidad ocasionada por las intervenciones del aprovechamiento forestal y
- Ü El reclutamiento de nuevos individuos a partir de 10 cm. de DAP, que se incorporan a la masa forestal.

1.1. Justificación

Una de las actividades importantes del Plan de Manejo Forestal, que permite aplicar un aprovechamiento sostenible de los recursos forestales, es la implementación de Parcelas Permanentes de Medición (PPM) en Áreas Anuales de Aprovechamiento (AAA) de extracción maderera. Esta implementación y su respectiva evaluación periódica, permitirá conocer la dinámica de las especies arbóreas, determinar el crecimiento, mortalidad, reclutamiento, el efecto del aprovechamiento, la respuesta del bosque a los tratamientos silviculturales y regeneración natural. Estos aspectos normalmente varían de un sitio a otro, aun dentro de un mismo tipo de vegetación (Balcazar, 2003; Willians, 1996).

Sin embargo, la sostenibilidad de los planes de manejo forestal están basados en supuestos como la definición de diámetros mínimos de corta, ciclos de corta y un porcentaje de árboles semilleros que deben ser dejados. Para responder a estos supuesto es necesario tener información básica de la dinámica de los bosques y que los estudios puedan centrarse en el crecimiento de las especies arbóreas, promoviendo de esta forma la producción forestal y ajustar las Normas Técnicas vigentes que regulan la Ley Forestal (William, 1996; MDS, 1998).

A partir de la emisión de las normas técnicas, muchas interrogantes han surgido y deben ser respondidas con bases científicas (Uslar et al, 2004). Como por ejemplo para determinar los ciclos de corta y diámetros mínimos de corta, son aspectos que deben ser respondidos al conocer la ecología y dinámica del bosque, necesarios para tomar decisiones acordes con la ecología del medio ambiente (Sanabria y Leño, 1998).

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo General

Conocer la dinámica de sucesión de especies arbóreas en los diferentes tipos de bosques y el efecto del aprovechamiento forestal, a través del análisis de datos colectados en las parcelas permanentes de monitoreo convencionales, en cinco Asociaciones Sociales del Lugar (ASL) y dos Tierras Comunitarias de Origen (TCO) de los municipios de Ixiamas y San Buenaventura de la provincia Iturralde del departamento de La Paz.

1.2.2 Objetivos Específicos

- § Determinar el porcentaje de intervención del aprovechamiento forestal por tipos de bosque.
- § Determinar las tasas de incrementos corrientes anuales (cm/año), de las especies arbóreas, por clase diamétrica y tipo de bosque.
- § Determinar las tasas mortalidad y reclutamiento de las especies arbóreas por tipos de bosque.

1.3 Hipótesis

H₀ = La intervención del aprovechamiento forestal no es relevante en el comportamiento de la dinámica de especies arbóreas, en los diferentes tipos de bosques secundarios, dentro la formación del bosque Preandino Amazónico.

Pregunta de Investigación?

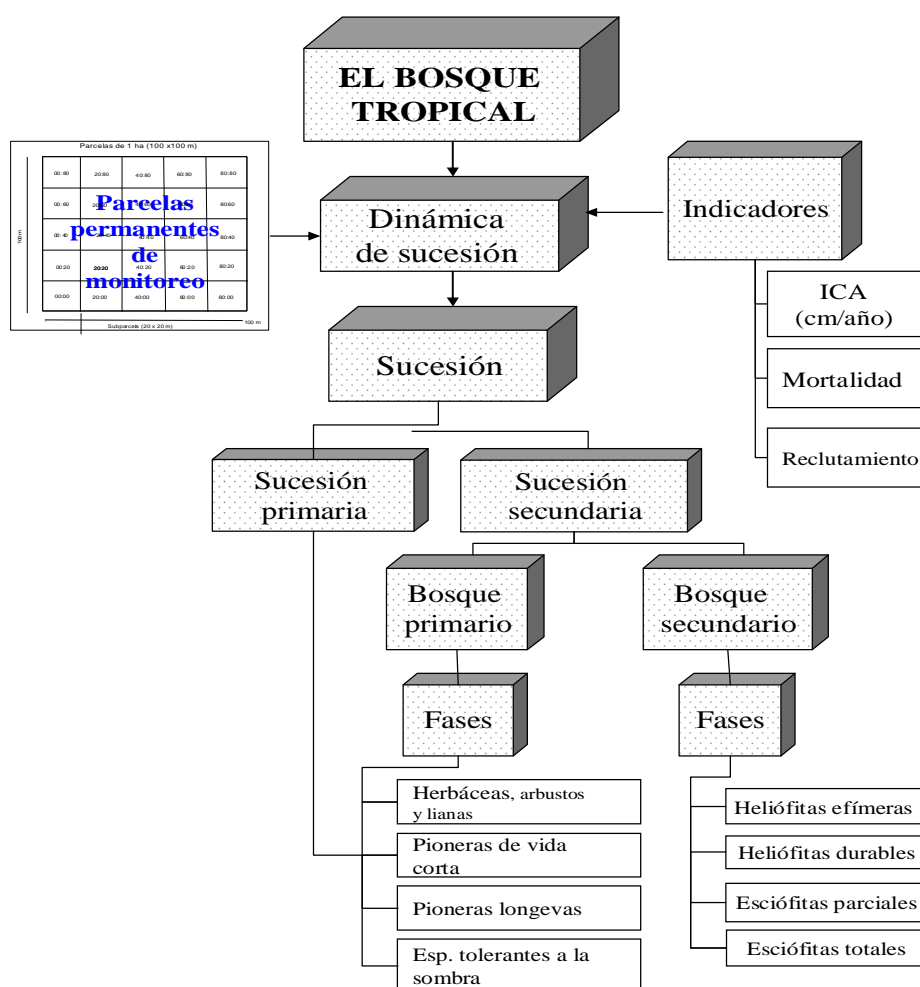
¿Cómo se comporta la dinámica de sucesión de las especies arbóreas, después de haber sido intervenido por el aprovechamiento forestal, en los diferentes tipos de bosques, dentro la formación del bosque Preandino Amazónico?

II. MARCO TEÓRICO

2.1 Esquema teórico

Considerando la importancia de una sistematización de los contenidos teóricos de la investigación, un acercamiento gradual a los resultados mediante los indicadores de la dinámica y el proceso de sucesión de las especies, se plantea el siguiente esquema teórico:

Cuadro 1. Planteamiento de Esquema Teórico



Fuente: Elaboración propia

Figura 1. Planteamiento de esquema teórico

2.2 Consideraciones sobre los bosques tropicales

Las formaciones forestales tropicales son uno de los ecosistemas más complejos en términos de diversidad de especies, pero a su vez presentan una enorme fragilidad (Lamprecht, 1990). El uso de maquinaria pesada, por ejemplo, puede destruir la capa de humus que se encuentra en los primeros centímetros del suelo y perderse de forma irreversible la capacidad de retener los nutrientes necesarios para las plantas (Poorter et al, 2001).

Por otro lado, las relaciones que existen entre animales y plantas son muy complejas habiendo especies de árboles que necesitan de un determinado animal para la germinación de sus semillas. Para una correcta gestión y aprovechamiento sostenible de los recursos forestales es imprescindible conocer estas interrelaciones y en general la ecología, la respuesta de la dinámica de sucesión en su globalidad (Lamprecht, 1990; Plana y Mega, 2000).

Aparentemente los bosques son estáticos, sin embargo, estos se encuentran en estado constante de cambio. Los árboles, al envejecer, se debilitan por el ataque de enfermedades o la sobre carga de epifitas y bejucos. Por consiguiente, éstos se hacen más vulnerables a caídas por acción del viento, rotura de copa o rajaduras del fuste (Fredericksen et al, 2001). Cuando un árbol se cae naturalmente o es aprovechado, se abre el dosel del bosque, que influye en la aparición de un grupo de especies alegadas a esta condición ecológica (Sandoval, 2005). Normalmente se abre del 1% a 5% de dosel cada año por la caída de árboles en forma natural (Fredericksen et al, 2001).

Estos espacios abiertos en el bosque dan lugar al proceso de renovación mediante la dinámica de regeneración (Sandoval, 2005). Las fases de regeneración del bosque constituyen el estado del ciclo de regeneración o estado sucesional del micro sitio de regeneración, el cual tiene estrecha relación con la iluminación que pudiera llegar a este micro sitio; sin embargo la iluminación sobre cada individuo en particular puede ser muy variada en un mismo claro o parche del bosque en reconstrucción dentro de una eco-unidad (Sandoval, 2005).

2.3 Importancia de las parcelas permanentes de monitoreo (PPM)

Para poder entender la heterogeneidad que presentan los bosques tropicales, su capacidad de regeneración, las diferentes perturbaciones que afectan a la estructura del bosque es importante el levantamiento de información de las parcelas permanentes de muestreo, con la finalidad de realizar un monitoreo continuo de la masa remanente (Manzanero, 2003).

Las parcelas permiten obtener información valiosa para el manejo de los bosques; como ser el efecto del aprovechamiento en el crecimiento de los árboles, producción de madera del bosque, efecto del aprovechamiento en la biodiversidad y la respuesta del bosque a tratamientos silviculturales (IBIF, 2005).

¿Qué es una parcela permanente de monitoreo?

Según, (BOLFOR, 1999) Son instrumentos que permiten seguir el crecimiento y rendimiento del bosque remanente con el propósito de obtener información esencial para ser utilizado en el momento de tomar decisiones de ordenación forestal respecto a ciclos de corta, diámetros mínimos de corta, volúmenes de corta y otros supuestos planteados en los Planes de Manejo Forestal.

El Instituto Boliviano de Investigación Forestal (IBIF) define como un área de bosque bajo manejo forestal donde todos los árboles existentes han sido identificados, medidos y etiquetados para evaluar su desarrollo en el tiempo.

En Bolivia se tiene aproximadamente 740 ha. de parcelas ubicadas en diferentes tipos de bosques, éstas parcelas fueron clasificadas según la superficie y forma que presentan como parcelas permanentes, convencionales y experimentales (Toledo et al, 2005) (Fig. 1).



Fuente: IBIF_2005.

Figura 2. Red Nacional de Parcelas Permanentes.

2.3.1 Parcelas Convencionales

La Ley Forestal, estipula en sus reglamentos que todas las áreas bajo manejo forestal deben contar con un sistema de monitoreo de los bosques aprovechados para evaluar su crecimiento, rendimiento y respuesta a los tratamientos silviculturales que se apliquen (MDSP, 1998 y BOLFOR, 1999). Por otro lado, la normativa indica que este monitoreo debe ser realizado a través de mediciones repetidas de parcelas permanentes. El número de parcelas instaladas en un área bajo manejo forestal depende de la superficie productiva que tenga el área, siendo que el número máximo de parcelas a instalar es de 50 ha. (Toledo et al, 2005 y MDSP, 1998).

Este sistema de monitoreo sin embargo no ha sido implementado satisfactoriamente debido principalmente a los altos costos que representan la implementación y mantenimiento

adecuado de las parcelas. Por ejemplo de 560 hectáreas en parcelas permanentes que debían ser instaladas en 1998 y 1999, solo 106 hectáreas fueron establecidas. Así mismo las parcelas establecidas en el país hasta la fecha, solo alrededor de un 30 % pueden ser utilizadas para estimar tasas de crecimiento y evaluar el rendimiento del bosque (IBIF, 2005). El 70% restante presentan problemas en su establecimiento, monitoreo, o en la calidad de los datos obtenidos (IBIF, 2005 y Toledo et al, 2005).

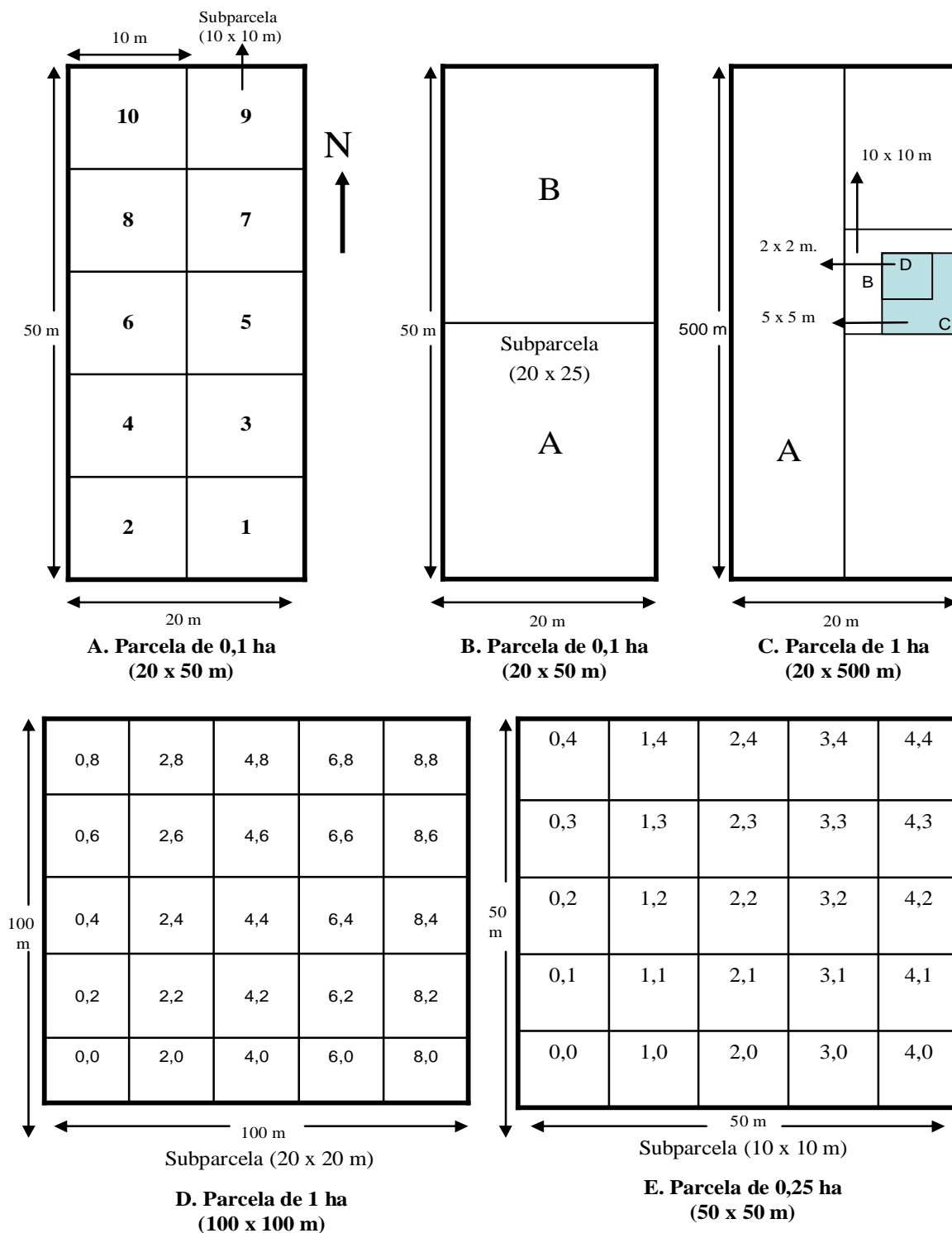
La Superintendencia Forestal (SIF) identificó estas dificultades, para subsanar y disminuirlas, adoptó un procedimiento alternativo de instalación por región o formación de bosque, habiéndose identificado ocho regiones en el país (Toledo et al, 2005).

2.3.1.1 Diseño de las parcelas convencionales

Los diseños de las parcelas convencionales establecidas en los últimos años presentan diferentes diseños por que en el momento de su instalación, siguieron criterios diferentes. Esta diferencia en criterios tuvo su efecto en el tamaño de las parcelas. Existen parcelas convencionales de 1ha. (100 m x 100 m; 20 m x 500 m), 0.25 ha (50 m x 50 m) y 0,10 ha (20 m x 50 m) según la concesión forestal y el diseño que se utilizó para el registro de datos (Toledo et al, 2005).

El diseño inicial tiene una base, las normas técnicas bajo la Resolución Ministerial 62/97 y Resolución ministerial 248/98 (BOLFOR, 1999). Sin embargo se utilizó varios diseños de parcelas permanentes en base a diferentes criterios, según el investigador a cargo del establecimiento de las parcelas y objetivos de estudio (Toledo et al, 2005).

Desde aproximadamente 1998 las parcelas instaladas tienen un diseño 100 m x 100 m (Figura ID), el cual es el diseño actualmente recomendado, metodología de (BOLFOR, 1999). En estas parcelas se miden todos los árboles ≥ 10 cm. de diámetro a 1.3 m. del suelo (DAP) y una serie de variables que se detallan mas adelante (Toledo et al, 1999).



Fuente: Toledo et al, 2005

Figura 3. Diseño para el levantamiento de datos en parcelas convencionales.

“Evaluación de la dinámica de árboles a través del análisis de parcelas permanente de monitoreo en ASLs y TCOs de los municipios de Iximamas y San Buenaventura-La Paz”.

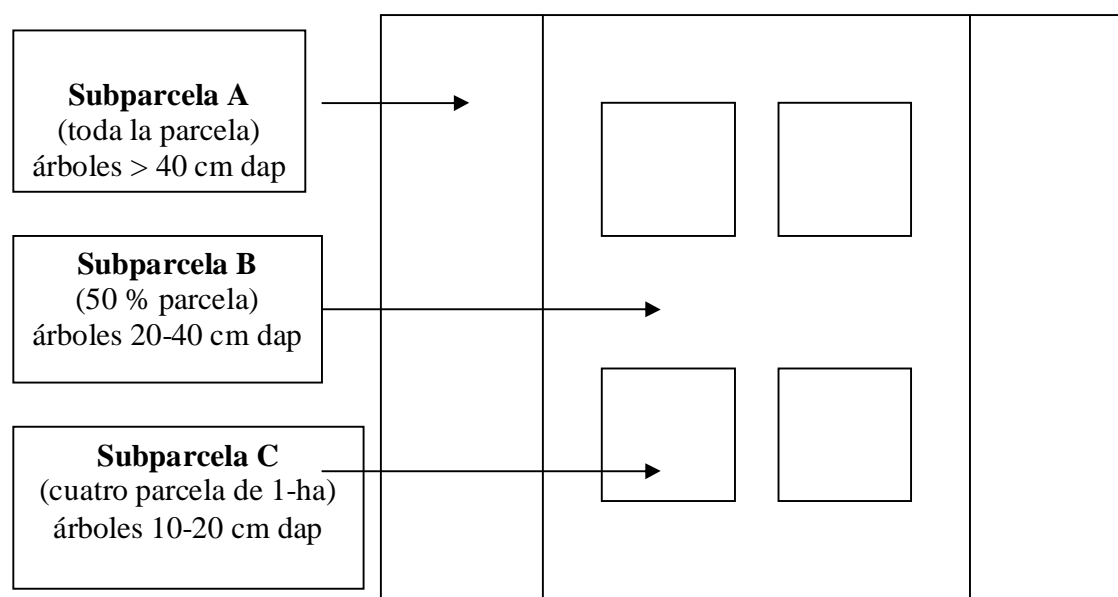
2.3.2 Parcelas Experimentales

Una limitación de las parcelas convencionales, es su tamaño pequeño generalmente de una hectárea. Para efectos de investigación de los impactos del aprovechamiento forestal, por ejemplo en la fauna, una hectárea no permite recolectar información relevante. Por lo tanto con la finalidad de evaluar el impacto del aprovechamiento forestal y generar información de los tratamientos silviculturales mas adecuados para el país, se instalaron las Parcelas de Investigación Silvicultural a Largo Plazo (PISLP) en distintos tipos de bosques de Bolivia (IBIF, 2005).

Hasta el momento se cuenta con 7 bloques, cada bloque contiene cuatro parcelas: Una parcela testigo no aprovechada, una parcela con tratamiento normal aprovechada mediante métodos tradicionales (aprovechamiento de impacto reducido con corta de bejucos previa a la cosecha), una parcela con tratamiento mejorado con silvicultura moderada (marcado y liberación de árboles de futura cosecha) y una parcela con tratamiento intensivo que incluye una silvicultura intensiva (aprovechamiento con mayor intensidad). Por consiguiente, los tratamientos representan una variedad de intensidades silviculturales (Toledo et al, 2005).

2.3.2.1. Diseño de las Parcelas Experimentales

Las parcelas experimentales varían de tamaño, dependiendo del sistema de aprovechamiento que utiliza la empresa entre 20 y 27 has. Estas parcelas, tienen un diseño anidado (Fig.4) y los tratamientos silviculturales han sido asignados de manera aleatoria. “Los árboles con DAP mayor a 40 cm. son inventariados en toda la parcela (subparcela “A”). Los árboles con DAP entre 20 y 40 cm. son inventariados en la mitad del bloque (subparcela “B”). Lo árboles con DAP entre 10 y 20 son inventariados en cuatro parcelas de 1 ha (subparcela “C”). Las parcelas son remedidas anualmente los primeros dos años y después remedidas cado dos años”, metodología Toledo et al, (2005).



Fuente: Toledo et al, (2005)

Figura 4. Diseño de parcelas experimentales con las diferentes subparcelas.

2.4 La dinámica de sucesión

Hay diversos artículos y publicaciones donde se han considerado más o menos elementos que intentan hacer una definición de lo que es la dinámica del bosque y sus etapas de sucesión. El concepto de dinámica puede ser definido desde diferentes escenarios, por ejemplo el diccionario, Larousse Ilustrado lo define “*como una parte de la mecánica que estudia y calcula el movimiento de las fuerzas*”. Pero ¿que es el movimiento o cómo se lo puede definir? El movimiento es el estado de un cuerpo cuya posición varía con respecto a un punto fijo.

Para Bach (2000) la dinámica es “*un proceso ordenado de cambios en la vegetación; (estructura y composición de especies)*”.

Según Hernández y Ortiz (2004) este proceso ordenado de cambio de los cuerpos en el bosque, puede ser medido mediante tres indicadores fundamentales como:

1. El crecimiento de los rodales y las especies arbóreas.
2. Las tasas de mortalidad.
3. Las tasas de reclutamiento.

“Evaluación de la dinámica de árboles a través del análisis de parcelas permanente de monitoreo en ASLs y TCOs de los municipios de Ixiamas y San Buenaventura-La Paz”.

La sucesión es un caso especial de la dinámica de la vegetación "*una alteración progresiva en la estructura y la composición específica de la vegetación*", (Bach, 2000).

“La primera regularidad de la sucesión es el aumento que generalmente experimenta la biomasa total, a medida que avanza. Una misma biomasa se hace más económica de mantener porque su metabolismo medio desciende. Igualmente, la relación entre la producción primaria y la biomasa disminuye, aumenta la altura de la vegetación. La fase final tiene lugar cuando la producción primaria bruta equilibra exactamente a la respiración total que se expresa en una disminución de la tasa de renovación (cociente producción/biomasa), el ecosistema se frena a si mismo. La sucesión afecta en gran manera al ciclo de nutrientes. El número de especies aumenta (diversidad) representando una secuencia de los procesos de selección; cada especie muestra una adaptación a las características propias de la etapa de la sucesión y el ambiente en que se desarrolla. Las etapas iniciales que pueden comportar la colonización de lo que se llama un espacio vacío, comprenden siempre una proporción elevada de especies dotadas de fáciles medios de dispersión (cfr. Bach et al, 2001: Cap. II)”.

En el caso de las plantas que producen muchas semillas livianas transportadas por el viento, con una alta tasa de multiplicación, aumentan rápidamente la importancia numérica de sus poblaciones hasta quedar frenadas por su propia densidad. En etapas avanzadas en cambio, con un ambiente más previsible, las plantas dejarían menos descendientes, ya que se trata de mantener una población semejante a sí misma y no de ocupar rápidamente un nuevo espacio. Asimismo, la protección de los descendientes es asegurada por gran cantidad de reservas, ayuda de los padres (Ochoa, 1998 y Fredericksen et al, 2001).

“Si la idea de sucesión se lleva hasta las últimas consecuencias hay que postular un desarrollo gradual y progresivo de todos los ecosistemas hasta un estado de máxima biomasa y mínima tasa de renovación, en que la variedad de especies y todas las características de relaciones entre unas y otras serían máximas. A esta etapa ideal se le llama “climax o sùmmum” de un proceso de organización. Extrapolando cuando la vegetación no debe interrumpirse ni por falta de agua ni por temperatura demasiado baja y

al mismo tiempo estas condiciones favorables se han conservado por periodos de centenares de miles de millones de años, es de esperar encontrar la situación que se aproxima todo lo posible al clímax ideal; el bosque tropical húmedo (cfr. Bach et al, 2001: Cap. II)".

2.4.1 Sucesión primaria y secundaria

La *sucesión primaria* ocurre en el sustrato mineral desnudo de una nueva superficie de terreno, faltando humus orgánico en el terreno y propágulos de plantas.

La *sucesión secundaria*, más rápida generalmente, siempre sigue a la perturbación (natural o antrópica) de la vegetación precedente.

La sucesión está causada por (Poorter et al, 2001):

- Ü Un lugar abierto disponible,
- Ü La diferente disponibilidad de las especies a colonizar el lugar y por
- Ü El distinto comportamiento de las especies en el lugar.

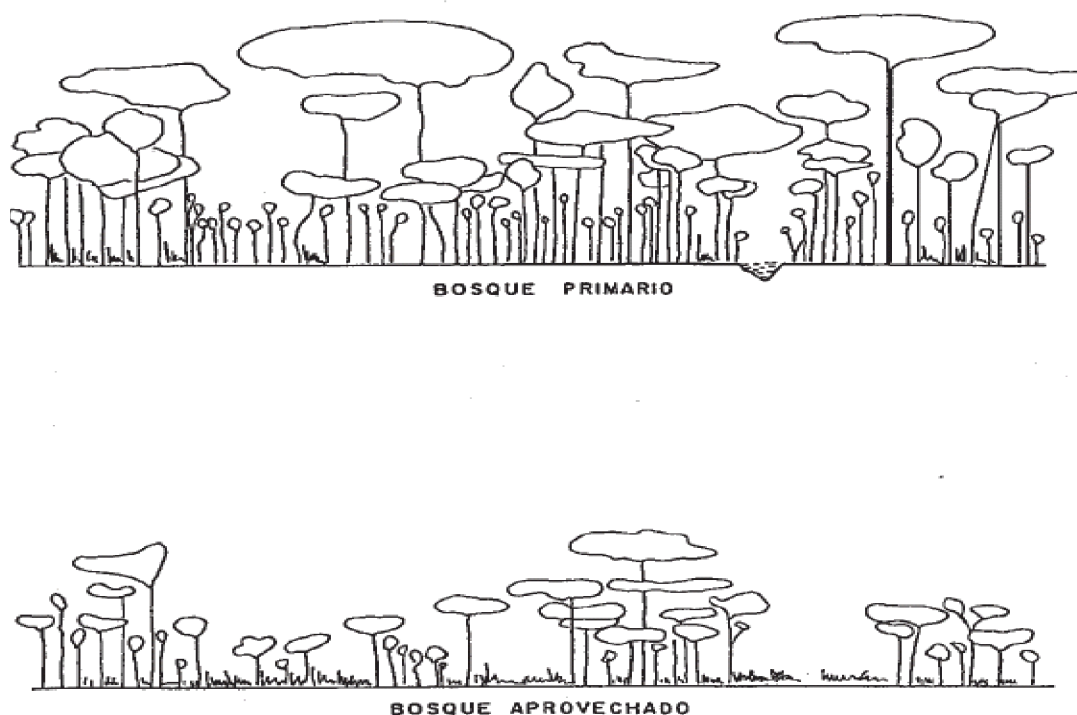
2.4.1.1 El bosque primario y el bosque secundario

Según Nino (1999), los *bosques primarios*, son bosques vírgenes o solamente poco intervenidos en forma temporal por factores antrópicos. Tienen gran diversidad biológica, compleja estructura y composición, heterogeneidad de las dimensiones de los árboles, en pequeñas superficies

Finegan (1992) se refiere al "*bosque secundario*" como a la vegetación leñosa que se desarrolla en tierras que son abandonadas después de que su vegetación original o *bosque primario* es destruida por la actividad humana (Fig.5). La estructura y composición del bosque secundario cambia ampliamente respecto al bosque primario e igualmente cambia a lo largo de la sucesión (Fig.5). Algunos de estos cambios, como por ejemplo el área basal o el volumen de madera son relativamente rápidos y en general, se puede hablar del

crecimiento de los bosques secundarios como relativamente rápida (Finegan, 1992 y Ochoa, 1998).

El concepto del bosque secundario abarca todos los estadios de la sucesión desde la perturbación hasta la formación del bosque clímax o maduro. Sin embargo los bosques secundarios viejos son difíciles de distinguir de un bosque climático original (Lamprecht, 1990).



Fuente: Ochoa José, 1998

Figura 5. Representación de perfiles estructurales en bosques primarios y bosque secundario.

Lamprecht (1990) presenta una extensa sinopsis sobre los bosques primarios y los bosques secundarios; el mismo autor considera. Por “*bosque secundario natural*” aquel que sucede a una perturbación natural. Algunas características de los bosques secundarios según el mismo autor son:

- Ø La composición y la estructura varía con la sucesión.
- Ø Entre las especies secundarias típicas no se encuentran las principales productoras de madera de alto valor.

- Ø Elevado índice foliar.
- Ø En los primeros estadios el crecimiento es considerable aunque luego decrece.

Aprovechamos para mencionar el concepto de “*bosque explotado o intervenido*” que corresponde a bosques vírgenes o naturales de los cuales fueron extraídos de forma sistemática prácticamente todo el material que produjera ganancias. Según la intensidad de las intervenciones, lo que queda y permanece por mucho tiempo es un bosque natural empobrecido o un bosque de segundo crecimiento en los que muchas veces el manejo corresponde al de bosques secundarios.

2.4.1.2 Fases en la sucesión del bosque secundario

Las líneas generales el proceso de la sucesión secundaria atraviesa las siguientes etapas: Inmediatamente después de una perturbación hay una carrera para el crecimiento en condiciones de baja competencia por el espacio y los recursos. En ese momento, la composición de especies depende de los propágulos (dispersadores de algún sitio o del banco de semillas) y de la reproducción vegetativa de las plantas supervivientes (Bach, 2000).

A partir de ahí las condiciones de competencia aumentan y la recuperación se hace más lenta. Asimismo los primeros ocupantes facilitan, inhiben o restringen la colonización de nuevas especies. Durante la sucesión hay un progresivo desarrollo del suelo, un aumento de los contenidos orgánicos a igual que de la altura y densidad de la vegetación; pequeñas especies de corta duración (secundarias) son sustituidas por especies mayores de larga duración (primarias o climáticas). Pasamos de un sistema de poca diversidad a otro con una alta riqueza de especies vegetales (Fredericksen et al, 2001 y Bach, 2000).

Hay muchas publicaciones científicas que proponen modelos que interpretan la sucesión en el bosque tropical desde un punto de vista más pragmático, distinguiendo distintas fases con características más o menos homogéneas, que forman el proceso (Bach, 2000; Willians,

1996 y Lamprecht, 1990). Todos ellos son relativamente similares, pero tampoco en este caso hay un consenso global.

Las primeras tres etapas de la sucesión están respectivamente dominadas por hierbas y arbustos, seguidos por árboles heliófitos efímeros (pioneros de ciclo corto) y éstos por árboles heliófitos durables (especies secundarias tardías o pioneras de ciclo largo). Este último grupo ecológico consiste casi exclusivamente en especies utilizables y debe ser el centro de atención para propósitos de manejo, como más adelante se explica (Lamprecht, 1990).

Los tres grupos mencionados se establecen en o cerca del principio de la sucesión; la sucesión ocurre porque cada grupo crece, madura y declina más rápidamente que el que le sigue. La tercera etapa de la sucesión protagonizada por árboles heliófitos, dura hasta que empiezan a ser reemplazado por especies más tolerantes a la sombra (esciófitas).

Según (Bach, 2000) las especies secundarias tardías alcanzan típicamente la madurez a los 100 años, esta tercera etapa puede durar más de un siglo. El bosque de esta tercera fase se diferencia del bosque maduro por la composición de especies dominantes. El mismo autor expresa que, dada la intolerancia a la sombra y las escasas aperturas de dosel, ninguna de las especies de estos grupos se regenera continuamente en el bosque sucesional; así cada grupo se desarrolla como una población aproximadamente coetánea.

Estos indicadores de la dinámica se presentan en diferentes etapas de sucesión. Para poder entender estos conceptos comenzamos a hacer una descripción y clasificación de los grupos ecológicos presentes en los bosques tropicales según sea su grado de participación en el estado de sucesión. Bodowsky (1965) realiza una distinción entre especies pioneras, secundarias tempranas y tardías, secundarias avanzadas y climáticas, sin embargo esta clasificación fue modificada y cuestionada por muchos autores, posteriormente Lamprecht, (1990) establece una clasificación y caracterización partiendo de sus requerimientos de luz como:

- Ü Herbáceas, arbustos y lianas (heliófitas efímeras)
- Ü Pioneros de vida corta (heliófitas durables)
- Ü Pioneros longevos (esciófitas parciales)
- Ü Especies tolerantes a la sombra (esciófitas totales)

Finegan (1992) distingue entre *heliófitas efímeras* o *pioneras*, *heliófitas durables* o *secundarias tardías* y *especies esciófitas* en la que muchos autores consideran la clasificación más actualizada.

- Ü **Heliófitas efímeras:** Especies intolerantes a la sombra; es decir, que requieren de luz para establecerse, crecer y reproducirse, y que tienen una vida muy corta.
- Ü **Heliófitas durables:** Especies intolerantes a la sombra, de vida relativamente larga.
- Ü **Esciófitas parciales:** Especies que toleran la sombra en las etapas tempranas del desarrollo, pero requieren necesariamente de un grado elevado de iluminación para alcanzar el dosel y pasar de las etapas intermedias hacia la madurez.
- Ü **Esciófitas totales:** Especies que se establecen a la sombra y no tienen la capacidad de aumentar significativamente su crecimiento si se abre el dosel.

2.5 La sucesión y el tipo de perturbación

Con una degradación importante del suelo, pérdidas en el banco de semillas y la aparición de nuevos hábitats "innaturales", el proceso de la sucesión sigue otros patrones y puede conllevar el establecimiento de comunidades herbáceas que dificultan o incluso impiden irreversiblemente la recuperación de la vegetación original de un modo natural (Lamprecht, 1990; Finegan, 1992 y Ochoa, 1998).

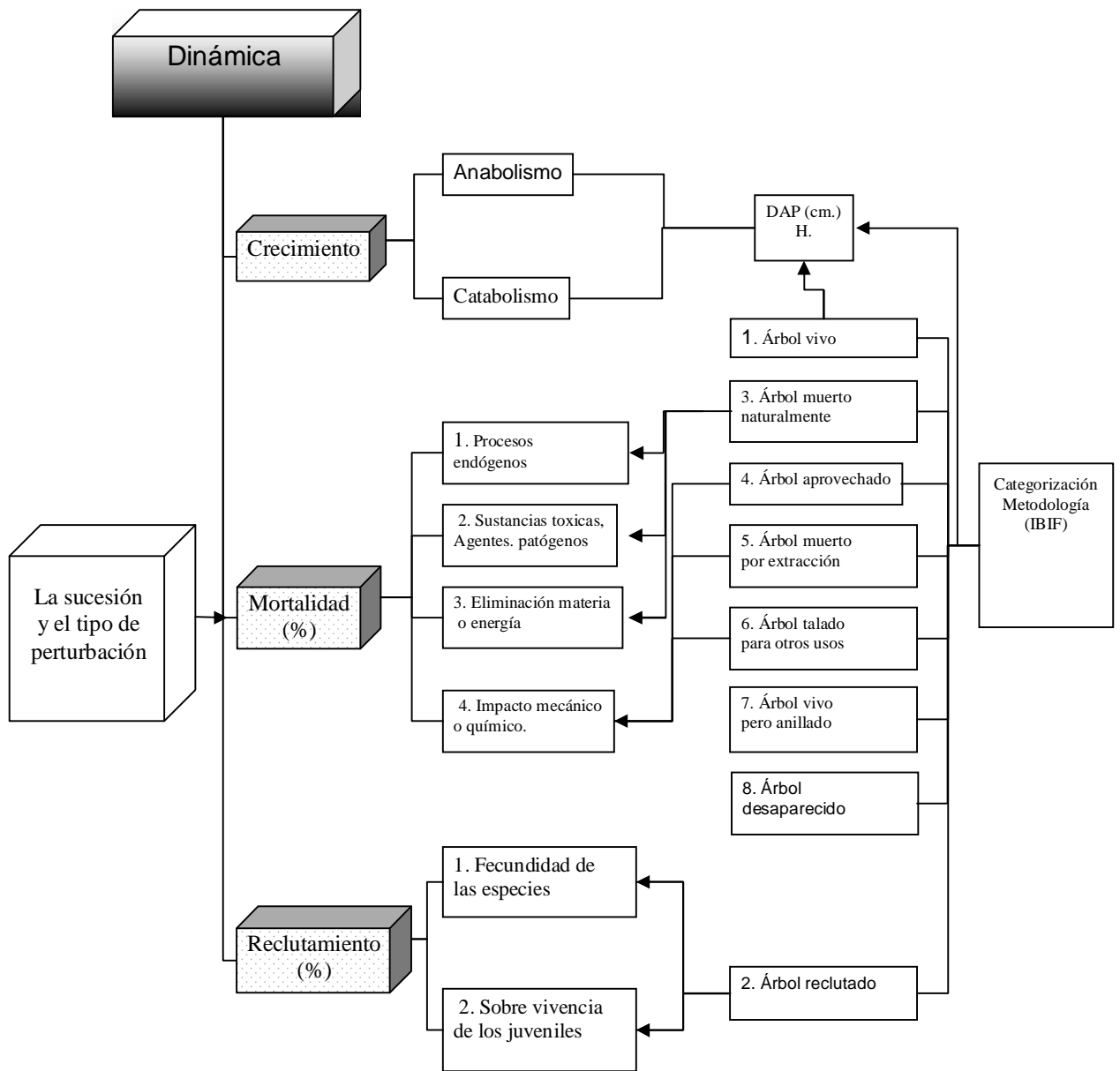
Poorter et al, (2001) caracteriza las perturbaciones según el tamaño, la frecuencia y la distribución espacial. La frecuencia, por ejemplo, puede ser tan elevada que el proceso sucesional sea frenado reiterativamente y nunca se llega al clímax potencial. Por otro lado, la distribución espacial de los claros en relación a la distancia de los recursos de semillas

potenciales, determina si estos sitios pueden ser recolonizados de modo eficaz. En otras palabras, la sucesión puede seguir diversas rutas en función de:

- Ü La severidad (grado de perturbación de la vegetación), sincronía (en relación a la disponibilidad de semillas) y la escala (tamaño del área afectada) de la perturbación.
- Ü La naturaleza de la zona perturbada (proximidad al bosque primario/recurso de semillas, árboles remanentes, forma y medioambiente de la zona).
- Ü Disponibilidad de semillas (regeneración avanzada, rebrote, banco de semillas, inmigración de semillas).
- Ü Diferente vigor de las especies (régimen de crecimiento, características de competitividad, tolerancia al estrés, adaptación).

2.6 Indicadores de la dinámica del bosque tropical

Para una mejor comprensión es importante la sistematización de los indicadores de la dinámica, en nuestra investigación se tiene el siguiente esquema teórico:



Fuente: Elaboración propia

Figura 6. Esquema teórico de los indicadores de la dinámica

“Evaluación de la dinámica de árboles a través del análisis de parcelas permanente de monitoreo en ASLs y TCOs de los municipios de Iximamas y San Buenaventura-La Paz”.

2.6.1 Crecimiento

Se define crecimiento como la variación del tamaño de un individuo en el tiempo y la magnitud de la variación se denomina incremento (Valerio, 1997).

Según Nino (1999) desde el punto de vista biológico es simplemente el desarrollo o aumento del tamaño de un organismo. Silvícilmente hablando es el fenómeno de desarrollo de un árbol o masa forestal observados en ellos íntegramente. Este desarrollo puede ser en diámetro, altura, área basimétrica y/o volumen.

El crecimiento de un árbol depende muy probablemente de la especie, el tamaño del árbol, (los árboles grandes tienen mayor área foliar y por lo tanto pueden crecer más; árboles grandes crecen mayormente en diámetro y no en altura) y la cantidad de luz que recibe (a mayor intensidad de luz mayor fotosíntesis (Poorter et al, 2001 y Willians, 1996).

En el árbol se suceden dos procesos fisiológicos que permiten el crecimiento del mismo (Valerio y Salas, 2001).

Por un lado, está el **anabolismo** que se constituye en el proceso de síntesis mediante el cual se captura la energía necesaria para producir tejidos o para efectuar los movimientos de transporte de nutrientes, a las diferentes partes del árbol. Esta capacidad de síntesis es proporcional a la superficie de intercambio del organismo (Valerio y Salas, 2001).

Por otra parte, está el **catabolismo** la fuerza opuesta que permite la utilización de la energía en las funciones de transporte y de respiración, que es proporcional al volumen de los individuos (Valerio y Salas, 2001).

El *anabolismo* está representado en las funciones de las especies vegetales, por la fotosíntesis el individuo recibe CO₂, H₂O, energías radiantes minerales como el Calcio, Magnesio, Fósforo, Hierro, Azufre y Nitrógeno entre otros. Éstos en presencia de coenzimas producen azúcares y liberan oxígeno (Valerio y Salas, 2001).

El catabolismo está representado por la respiración la cual requiere de los productos de la fotosíntesis como: O₂ y azúcares, que utilizan energía para liberar agua y CO₂. Esta energía se utiliza en la síntesis de tejidos que provoca el crecimiento (Valerio y Salas, 2001).

Para determinar la tasa de crecimiento de una especie o un grupo de especies se deben tener por lo menos dos mediciones (Valerio, 1997). Una de las técnicas más utilizadas en los bosques tropicales es la regresión lineal de las mediciones del diámetro a la altura del pecho (DAP) en los diferentes años (0-3), (Valerio, 1997; BOLFOR, 1999 y Poorter et al, 2001).

Crecimiento: Es el cambio de dimensiones de un organismo en el tiempo.

Incremento: Es la magnitud del crecimiento, matemáticamente puede definirse como la diferencia de mediciones de alguna variable dasométrica, por ejemplo el DAP, y puede expresarse como Dap2-Dap1, donde Dap2 es la segunda evaluación del diámetro y Dap1 la primera evaluación de la misma variable y del mismo individuo (BOLFOR, 1999).

2.6.1.1 Incremento Corriente Anual (ICA)

Según Nino (1999) el Incremento Corriente Anual (ICA), es la cantidad de aumento de un árbol o una masa forestal en el curso de un año. En la práctica el Incremento Corriente Anual, se toma como el valor anual promedio del incremento periódico anual. En otras palabras, es igual al incremento dividido entre la diferencia de tiempo.

Este cambio de crecimiento en un cambio de tiempo y puede expresarse de la siguiente manera:

$$\text{ICA} = \frac{\text{Incremento}}{\text{intervalo de tiempo}}$$

Uno de los estudios realizados en el Bosque Preandino Amazónico por Dauber et al, (2003) en dos lugares: En el Bosque de Chimanes (Jamanchi y Aguas Negras) alcanzaron un promedio general de 0.285 cm/año. Otro estudio realizado por Poorter et al, (2001) en la Reserva Biológica "El Tigre" provincia Vaca Diez, del departamento del Beni, se obtuvieron incrementos promedios de 0.14 cm/año.

Debido a esta variación en incrementos corrientes anuales, hay autores como Poorter et al, (2001), sugiere la utilización de tasas de incrementos específicas para las especies en lugar de un incremento promedio para todo el bosque.

2.6.2 Mortalidad

La mortalidad arbórea es el número proporcional de árboles fallecidos, en una población, en un tiempo determinado y juega un papel importante en los ecosistemas boscosos (Vega y Rojas, 1999). La comprensión de este mecanismo de funcionamiento, en todas las escalas, es fundamental en la demografía arbórea, contribuye el conocimiento de los bosques y su dinamismo.

De acuerdo con Vega y Rojas (1999), la mortalidad de los árboles ocurre en diferentes escalas e intensidades, de espacio, tiempo y es el reflejo de procesos endógenos y exógenos en el ecosistema.

Debido a la dificultad para determinar la causa de la muerte de los árboles, frecuentemente se establecen tipos o categorías de muerte (Vega y Rojas 1999):

- Ü La primera, se debe a procesos endógenos, genéticamente dados, que comprenden cambios metabólicos conocidos como senescencia, con acción local y gradual.
- Ü La segunda, se presenta por la acción de sustancias tóxicas, agentes patógenos, parásitos o consumidores y puede ser súbita o gradual y ocurrir local o masivamente.
- Ü La tercera, es ocasionada por un cambio en el ambiente que reduce o elimina una entrada necesaria de materia o energía.
- Ü La cuarta, se presenta cuando un bosque es impactado mecánicamente o químicamente.

Sin embargo la metodología desarrollada en nuestro medio por BOLFOR, (1999) y Toledo et al, (2005). Consiste en una categorización mas detallada de la causa de la mortalidad de los árboles, que mas adelante se detallan.

En términos numéricos, según los estudios realizados, la tasa de mortalidad en bosques tropicales es de 1.6 % por año (Poorter et al, 2001). Asimismo, hay indicaciones que los bosques de la amazonia son más dinámicos que otros bosques tropicales. Uno de los estudios realizados establece una tasa de mortalidad en condiciones naturales de 2.1% para el Tigre, provincia Vaca Diez del departamento del Beni, Norte de la Amazonia Boliviana. Aunque a primera vista la diferencia entre la tasa de mortalidad de 1.6 % y 2.1% parece trivial, a largo plazo esta diferencia puede tener importantes implicaciones para la extracción de madera (Poorter et al, 2001).

Otro estudio realizado por Daubert et al, (2003) revela una tasa de mortalidad natural de 2.85 % y una mortalidad total considerando las intervenciones de aprovechamiento forestal selectivo de 5.69 % en los bosques de Chimanés en Aguas Negras y Jamanchi, Provincia Ballivián del departamento de Beni.

Todo esto da ha pensar que existen variaciones interanuales de mortalidad que difieren de un lugar a otro (Poorter et al, 2001).

En otros caso estas variaciones pueden ser causadas por fenómenos, como tormentas y sequías extremas, que ocurren durante los fenómeno del Niño, que pueden aumentar las tasas de mortalidad sustancialmente (Poorter et al, 2001).

2.6.3 Reclutamiento

Según Vega y Rojas, (1999) el reclutamiento cuantifica la capacidad de incrementar el número de individuos y es la manifestación de la fecundidad de las especies y del crecimiento y sobrevivencia de los juveniles constituyéndose en uno de los aspectos dinámicos más importantes de una población.

“Evaluación de la dinámica de árboles a través del análisis de parcelas permanente de monitoreo en ASLs y TCOs de los municipios de Ixiamas y San Buenaventura-La Paz”.

Aunque en la mayoría de los reportes provenientes de otros bosques tropicales, las tasas de reclutamiento de los árboles, están relacionadas con la mortalidad, manteniendo más o menos constante la densidad $DAP \geq 10$ cm, la relación entre mortalidad y reclutamiento, puede ser débil para periodos cortos y áreas pequeñas (Vega y Rojas, 1999).

Esta cuantificación del reclutamiento en el Bosque Preandino Amazónico oscilan entre 0.57 % y 1.00 % (Dauber et al, 2003), mientras que (Poorter et al, 2001) en la reserva ecológica “El Tigre” obtuvo un reclutamiento de 2%.

2.7 Antecedentes de estudios de la vegetación en los municipios de Ixiamas y San Buenaventura.

Los estudios sobre dinámica de Bosques Húmedos son pocos, si se comparan con los Bosques Secos Semideciduo como es el caso de Santa Cruz de la Sierra, los cuales se tienen registros más avanzados del comportamiento de las especies arbóreas.

Sin embargo un estudio sobre dinámica próximo a la ecoregión realizado por Poorter et al, (2001), en un bosque amazónico se llevó a cabo en la reserva ecológica "El Tigre", provincia Vaca Diez del departamento del Beni a 40 Km. al este de Riberalta, sobre la carretera a Guayaramerin; donde se obtuvo una tasa de crecimiento de 0,14 cm/año, una mortalidad de 2.1 % y un reclutamiento de 2 %.

Otro estudio que se realizó fue la “Estructura y composición Florística de los Tipos de Bosque e Instalación de Parcelas Permanentes en Agrupaciones Sociales del Lugar (ASL del Municipio de Ixiamas-La Paz), por Balcazar (2003). Este estudio permitió caracterizar e identificar los tipos de vegetación que se encuentran dentro la ecoregión del Bosque Preandino Amazónico.

2.7.1 Características medioambientales de la región de Ixiamas y San Buenaventura, Provincia Iturralde.

2.7.1.1 Fisiografía

En la provincia Iturralde los últimos contrafuertes de la cordillera oriental se encuentran con la llanura beniana. En el sector suroeste existen serranías, subandinas con altitudes de 1300 msnm y pie de monte con sedimentos coluvio-aluviales. En el sector Noreste del municipio de Ixiamas se extienden llanuras aluviales con relieve plano a suave ondulado y suavemente inclinado hacia el río Beni (Copa, 1998). En las zonas más bajas están las llanuras deprimidas ocasionalmente pantanosas y drenadas, llanuras aluviales recientemente originadas, por los cambios de cursos de los ríos y llanuras de sábanas con predominancia de gramíneas. Las llanuras onduladas a planas alcanzan altitudes de 100 a 250 msnm (Balcazar, 2003).

2.7.1.2 Suelos

Los suelos en el sector noreste de Ixiamas son muy profundos con ausencia de gravas, ricos en materia orgánica en la capa superficial, de textura arenosa a arcillosa y decoloraciones café amarillo a café rojizo en los suelos antiguos. El Ph de estos suelos varía de 4.8 a 6.8, con valores más altos en los horizontes superiores (Balcazar 2003). En sectores aledaños al curso medio del río Undumo, al Noroeste de Ixiamas, las laderas con pendientes pronunciadas presentan un sustrato arenoso, de poca profundidad y de textura franco arenoso de PH ácido en los bosques de planicie (Montes de oca, 2002).

2.7.1.3 Hidrografía

Numerosos ríos descienden de las serranías y siguen su curso por la llanura, generalmente en dirección Noreste. Entre el río Beni y su afluente el río Madidi existen numerosos afluentes como: Candelaria, Arroyo Seco, Emero, Undumo, Enapurera, Tequeje y varios arroyos que debido a su caudal y pendiente depositan en su curso medio abundantes

agregados sólidos como piedra y grava. La mayoría de éstos presentan aguas claras de caudal fluctuante que en los meses de diciembre a marzo alcanzan sus mayores niveles de crecida durante los días de lluvia, pero a la vez tienen una rápida disminución (Balcazar, 2003).

El curso inferior de estos ríos, debido a la escasa profundidad del lecho, se desbordan y forman terrenos pantanosos que dificultan la distinción entre cauces, paleocauces y pantanos. Las áreas con altitudes por debajo de los 200 msnm, como los sectores de Bosque del Norte y San Francisco, que comprenden las unidades de muestreo 5 y 6, quedan inundadas durante la estación lluviosa y dificultan las actividades de aprovechamiento forestal durante seis meses (Balcazar, 2003).

Los ríos y arroyos de la región, además de proporcionar las condiciones de humedad a los suelos contiguos a su curso, son los agentes de transporte y sedimentación del sustrato predominante en las llanuras aluviales. Estos cursos de agua son utilizados como medios de transporte de madera en troncas o de “cuartones”. El transporte de madera sobre el curso superior de los ríos y arroyos, se realiza en los días de crecida (JICA. 1999).

2.7.1.4 Clima

Una gran parte de la provincia Iturralde se encuentra entre las isoyetas de 1900 a 2500 mm e isotermas de 25 y 26° C, creando un clima tropical húmedo con una época de sequía corta (Montes de Oca, 1997). En Ixiamas, a 370 m. de altitud, se registra una precipitación anual de 2335 mm y una temperatura anual media de 26.1° C (Balcazar, 2003).

2.7.2 Descripción de la vegetación:

De acuerdo a la caracterización de la vegetación realizada, por Balcazar (2002), en el sector de Ixiamas se identificaron los siguientes tipos de bosques:

2.7.2.1. Bosques altos de suelos bien drenados

Estos bosques cubren las terrazas intermedias a inferiores de laderas y llanuras próximas al pie de monte, en los sectores comprendidos entre el río Undumu y el río Candelaria. En las áreas representados por las parcelas 1, 2, 3 y 4 predomina una topografía casi plana o con una leve inclinación, en sectores con presencia de quebradas y cárcavas de 3 a 7 m de profundidad formadas por erosión hídrica.



Rodeo de AAA-2005 (Foto: Fessy N)

Predominan los suelos bien drenados, profundos de textura predominante franco arenosa y color café amarillento.

Los bosques altos presentan una cobertura de copa densa, superior al 80 por ciento. El bosque tiene especies emergentes que alcanzan hasta 35 m como la *Qualea paraensis*, *Astronium lecointei*, *Ceiba pentandra*, *Cedrelinga catenaeformis* y la *Manilkara bidentata*, entre otras.

La composición florística que caracteriza estos bosques, representados por árboles mayores a 10 cm de DAP, inventariados en 4 ha. de muestreo, está integrada por 192 especies y 50 familias. La familia más diversa es Leguminosae con 18 especies las Moraceae con 14 especies, Meliaceae con 11 especies y con 9 especies Myristicaceae y Sapotaceae. Las especies con mayor importancia ecológica y altos valores de área basal son las palmeras *Iriartea deltoidea*, *Euterpe precatoria* y *Pseudolmedia lavéis*.

2.7.2.2 Bosques medianos estacionalmente inundados

Los bosques medianos se extienden al Norte y Este del área que correspondía al aserradero San Francisco en Ixiamas. Estos bosques limitan hacia el Sur con las pampas, islas y franjas de bosque de las proximidades de la comunidad de San Pedro y los puestos ganaderos de la estancia Texas. Se caracterizan por presentar una fisonomía de bosque mediano a bajo (chaparral), en especial en las proximidades del río Merudiana.



Puestos ganaderos _BMEI (Foto:Fessy N.)

En estos sectores, la topografía corresponde a llanuras con bajos o canales de drenaje temporal o cauces abandonados que se convierten en sitios inundados o pantanos durante el período de lluvias. Los suelos son de textura arcillosa.

Estos bosques, representados por las parcelas 5 y 6, tienen una cobertura irregular del estrato arbóreo que corresponde aproximadamente a un 60 por ciento. Los árboles emergentes, que ocasionalmente llegan a 28 y algunos a 35 m, son *Ficus maxima*, *Maquira calophylla*, *Ceiba samauma*, *Ficus trigona*, *Acacia* sp. y *Calophyllum brasiliense* entre otras.

Otro aspecto que caracteriza a estos bosques, presentan una composición florística representada por árboles mayores a 10 cm. del diámetro a la altura del pecho (DAP). El número de especies registradas en 2 ha de muestreo fue de 74 distribuidas en 39 familias. Las familias más diversas son Moraceae con 9 especies, Meliaceae con 6 y Leguminosae con 56 especies. Las especies con mayor importancia ecológica y altos valores de área basal son la *Terminalia amazonica*, *Sterigmatopetalum* sp. y *Hura crepitans*.

2.7.2.3 Bosques medianos con presencia de tacuaral de llanuras

Los bosques medianos de llanuras bajas del sector de Caoba presentan suelos arcillosos a arcillo arenosos en sus horizontes más profundos, medianamente a mal drenados y con frecuencia de pequeños canales sartenejales y lagunas bordeadas por *Attalea* sp. (motacú) y chonta (*Astrocaryum murumuru*). Se caracterizan por presentar una cobertura discontinua en el estrato dominante, irregular en cuanto a su altura.



Marayabusales (Foto: Milgen Garret)

En la parcela 7 se registra la presencia de 14 macollos por ha. de *Guadua* sp. (tacuarembó), con una media mínima de 13 y una máxima de 23 tallos por macollo que alcanzan los 22 m de altura. La presencia de estos tacuarales y abundancia de especies del estrato arbustivo, con desarrollo irregular que en sectores toma aspecto de chaparral, hace que la fisonomía de estos sitios sea particular.

Los árboles emergentes que alcanzan los 27 m. y algunos que llegan a los 35m. son *Ficus trigona*, *Anadenathera macrocarpa*, *Ceiba pentandra*, *Ceiba samauma*, *Cariniana ianeirensis*, *Hura crepitans* y *Pseudolmedia laevis*.

En una hectárea de muestreo del bosque mediano con presencia de tacuaral se registró una composición florística de 90 especies arbóreas, con DAP mayor a 10 cm, correspondientes a 43 familias. La familia más diversa es la Annonaceae con 6 especies, le siguen Meliaceae, Polygonaceae y Palmae, cada una con 5 especies. Las especies con mayor importancia ecológica y área basal son: *Astrocaryum murumuru*, *Trichilia pleeana*, y *Pachira* sp. (Balcazar, 2003).

2.7.2.4 Bosques medianos con sartenejal o mal drenados



Arroyo Mamuque (Foto: Fessy N)

Los bosque medianos de llanuras bajas presentan suelos franco arcillosos a arena arcillosos, mal drenados y con predominio de sartenejal. Éstos son característicos del sitio correspondiente a la parcela 8 y sitios medianamente drenados como los de la Parcela 9. Los árboles emergentes que alcanzan los 35 m de altura son *Apuleia leiocarpa*, *Ormosia* sp., *Ficus ypsilophlabia*, *Calycophyllum spruceanum* y *Dipteryx alata*.

La composición florística de especies arbóreas, con DAP mayor a 10 cm. está conformada por 41 familias. La familia más diversa es Annonaceae con 10 especies, le siguen Meliaceae y Moraceae, con 8 especies cada una. Las especies con mayor importancia ecológica y área basal, son *Euterpe precatória*, *Iriartea deltoidea* y *Astrocaryum murumuru*.

III. MATERIALES Y METODOLOGÍA

3.1 Área de Estudio

El estudio se realizó en el municipio de Ixiamas, primera sección y el municipio de San Buenaventura, cantón Tumupasa de la provincia Abel Iturralde del departamento de la Paz. Los sitios de muestreo de parcelas permanentes instaladas por el proyecto BOLFOR comprenden las siguientes Asociaciones Sociales del Lugar (ASL): Siete Palmas, Caoba, Copacabana, Candelaria, San Antonio, Tierras Comunitarias de Origen (TCO) San Pedro y AGROFORT, cantón Tumupasa Municipio de San Buenaventura (Fig. 7).

Las parcelas (unidades de muestreo) están localizadas entre los 13° 15' 00" y 13° 38' 52" de latitud sur y 68° 15' 50" a 68° 43' 40" de longitud Oeste. El área mencionada esta ubicada aproximadamente a partir de los 45 Km. de la localidad de Ixiamas.

A continuación presentamos una tabla de datos geográficos de las unidades de muestreo, donde se realizó el estudio de la dinámica de árboles.

Tabla 1. Datos geográficos de las unidades de muestreo para la realización del estudio de la dinámica de Árboles.

Tipos de Bosque	Nº PPM	Latitud (UTM, Zona 19)	Longitud (UTM, Zona 19)	Localidad	Altitud (msnm)
Bosques altos de suelos bien drenado	1	565431	8491498	ASL Copacabana	270
Bosques altos de suelos bien drenado	2	568443	8491180	ASL Siete Palmas	250
Bosques altos de suelos bien drenado	3	549831	8501307	ASL La Candelaria	299
Bosques altos de suelos bien drenado	4	549568	8501294	ASL San Antonio	296
B. medianos estacionalmente inundados	5	623301	8501246	TCO San Pedro	292
B. medianos estacionalmente inundados	6	622984	8501235	TCO San Pedro	292
B. m. con presencias de tacuaral de llanura	7	588841	8503197	ASL Caoba	234
B. medianos con sartenejal o mal drenados	8	634278	8440034	TCO AGROFORT	245
B. medianos con sartenejal o mal drenados	9	634171	8439642	TCO AGROFORT	237

Fuente: Elaboración Propia

"Evaluación de la dinámica de árboles a través del análisis de parcelas permanente de monitoreo en ASLs y TCOs de los municipios de Ixiamas y San Buenaventura-La Paz".

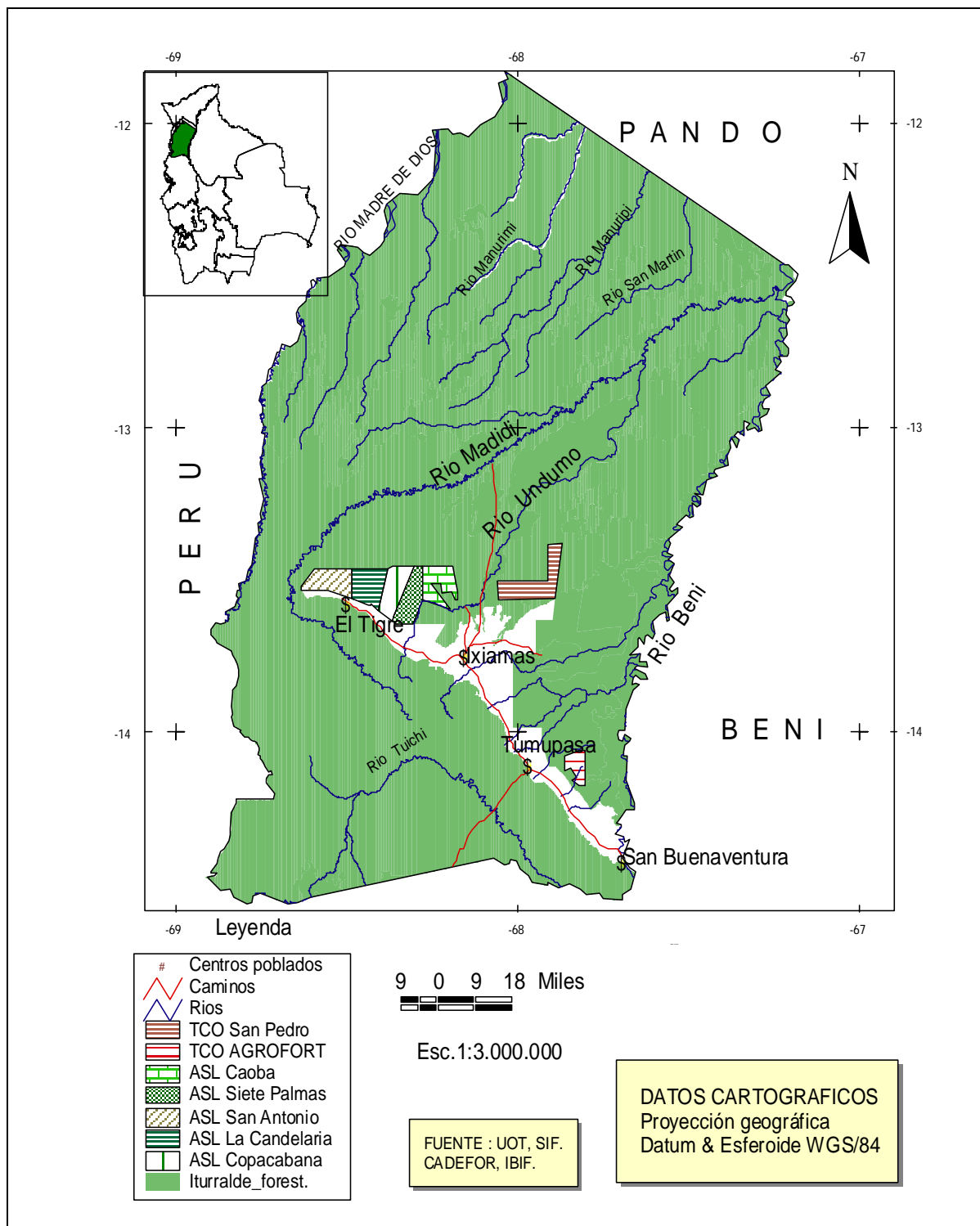


Figura 7. Mapa de ubicación de las parcelas permanentes de muestreo

3.2 Materiales

Los materiales y equipos de medición utilizados para la evaluación de las nueve hectáreas de parcelas permanentes convencionales fueron los siguientes:

Tabla 2. Detalle de materiales utilizados

Descripción	Cantidad
Materiales de uso durante la evaluación de PPM	
Cinta métrica (50 m)	1
Brújula (SUMTO)	1
Receptor GPS (Sistema de Posicionamiento Global)	1
Cinta flaggings (color anaranjado)	2
Cintas diamétricas	2
Placas de aluminio (5 x 4)	200
Clavos (Kilos)	2
Martillo	1
Pinturas Spray azul (envases)	16
Crayón	2
Mapa de acceso a las AAA y Ubicación de PPM	1
Machetes	2
Materiales para el registro de información	
Tablero	1
Planillas de campo incluyendo los árboles reclutas	110
Lápices	6
Materiales de escritorio	
Computadora	1
Scanner	1
Impresora	1
Hojas de papel bon (paquete)	1
Programas Estadístico (SPSS)	1
Otros materiales	
Botiquín de primeros auxilios	1
Repelentes	2
Libreta de campo	1
Carpa	1

- El equipo de medición tales como la brújula, clinómetro, receptor GPS, cintas métricas y cintas diamétricas, fueron revisadas cuidadosamente antes de ir al campo. Principalmente en lo que se refiere a la escala y numeración en las cintas métricas y diamétricas.

- Ü Los formularios de campo, para las especies registradas en el primer censo y los nuevos reclutas fueron impresos y revisados en gabinete antes de ir al campo.

3.3 Trabajo de campo

Para ingresar al área, se buscaron materos que trabajaron anteriormente en estas actividades (instalación de las parcelas), estos materos, son participes durante todo el año en diferentes actividades como censos y aprovechamiento, cuentan con conocimientos sobre las especies y al mismo tiempo son socios de las ASL y TCO.

Sin embargo, para la realización del trabajo de campo, se realizó una capacitación y entrenamiento para obtener buenos resultados, enfatizar en la precisión de la medición, antes de comenzar las actividades de evaluación de las parcelas.

El ingreso a las áreas de monitoreo se realizó mediante el uso de motocicletas, debido a que las parcelas se encuentran en áreas aprovechadas de difícil accesibilidad, los caminos de acceso están prácticamente cubiertos por lianas y arbustos. Para encontrar las parcelas de las ASL de Siete Palmas, San Antonio, Candelaria y Copacabana, se utilizó como vía de acceso, los arroyos que van de Sudoeste a Noreste, que se desplazan hacia la llanura.



Río Undumu (Foto: N. Fessy)

Al encontrar las parcelas permanentes, mediante el uso del GPS (Sistema de Posicionamiento Global), se realizó la limpieza de picas dentro y al borde de las parcelas, repintado de los tubos PVC para luego empezar la respectiva actividad de evaluación.

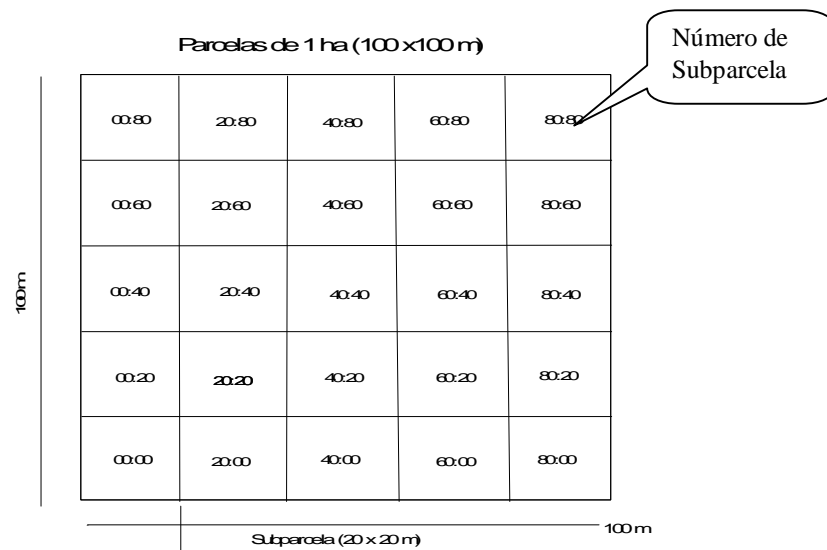
3.4 Metodología de muestreo

La localización de las parcelas de los sitios de muestreo, se encuentran distribuidos al azar en diferentes tipos de bosques. Cuyos criterios durante la instalación de estas parcelas fueron la interpretación de imágenes de satélite, mapas de vegetación y mapas de delimitación de Asociaciones Sociales del Lugar (ASL) y Tierras Comunitarias de Origen (TCO), con sus respectivas Áreas de Aprovechamiento Anual (AAA).

En cada localidad, se realizaron recorridos de reconocimiento del bosque para la ubicación de sitios más representativos del tipo de vegetación para el muestreo. En dichos sitios se instalaron 9 parcelas permanentes, cada una con una superficie de 1 ha, subdivididas en 25 cuadrantes de 20 x 20 m; instaladas por el proyecto BOLFOR a finales del año 2002 y principios de 2003 (Fig.8).

3.4.1 Parcelas Convencionales

Estas parcelas instaladas tienen el diseño de una parcela convencional de 1 ha 100 x100 m. (Fig. 8), diseño actualmente recomendado. En estas parcelas se midieron todos los árboles con DAP \geq 10 cm a 1.3 m del suelo y una serie de variables que se detalla a continuación.



Fuente: BOLFOR, 1999.

Figura 8. Diseño de las parcelas convencionales.

“Evaluación de la dinámica de árboles a través del análisis de parcelas permanente de monitoreo en ASLs y TCOs de los municipios de Iximamas y San Buenaventura-La Paz”.

3.5 Toma de datos

Para encontrar las parcelas se tomó como base un mapa de ubicación de las concesiones, y sus áreas de aprovechamiento anual (AAA), con sus respectivos caminos de acceso, posteriormente con el uso del receptor GPS (Sistema de Posicionamiento Global) se navegó hasta encontrar el extremo Sud-Oeste de la parcela (punto 00.00), sitio de inicio de delimitación. Las parcelas están delimitadas mediante el trazado de sendas, con rumbos Norte (6°, para línea o eje “Y”) y Este (96°, para la “X”) controlados mediante brújula. Los límites de cada parcela y *cuadrantes* a cada 20 m. se encuentran marcados con la colocación de estacas de cañería plástica (de ¾ diámetro y 0.5 m. de longitud) previamente numeradas y pintadas de rojo.

La evaluación de la vegetación arbórea con DAP mayor a 10 cm. y el registro de las variables evaluadas se efectuaron mediante el llenado de planillas elaboradas para tal fin. (Anexo 1 y 2). Cada individuo evaluado se encuentra con un número secuencial para toda la parcela.



Foto: (IBIF, 2005)

El número de árboles fue verificado en la planilla haciendo la lectura en las placas de aluminio que se encuentran clavadas en el fuste a 30 cm del sitio de lectura del DAP. En la parte superior de las placas se encuentra registrado el número de subparcela o *cuadrante*.

Una vez encontrado el árbol se procedió a la medición del DAP, a la misma altura que se midió cuando se hizo la instalación de la parcela es decir a 1.30 cm. del suelo, posteriormente se pintó con pintura *spray* color rojo.

3.5.1 Registro de información en los formularios de campo

La información de las parcelas convencionales se registró en dos formularios de campo, debidamente estructurados en gabinete. Se utilizó dos formularios según el protocolo de trabajo del Instituto Boliviano de Investigación Forestal (IBIF), el primero, para la

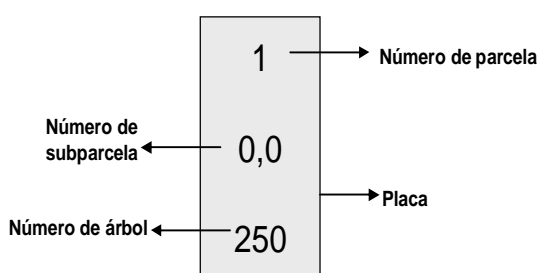
evaluación de todos los árboles con su respectivo número de plaqueta ya establecidos durante la instalación de las parcelas y el segundo para los nuevos individuos; es decir, los árboles reclutas. Estos formularios fueron utilizados en la toma de datos de cada parcela de muestreo (ANEXO 1 y 2).

A. Subparcela (Sub-par): Se anotó el número de la subparcela de acuerdo al diseño de la parcela. (Fig.9).

B. Placa: Cada árbol evaluado en las parcelas obtuvo un número único de registro. Este número, el cual es correlativo, con una placa de aluminio de 4 x 5 cm.

La placa indica el número del árbol, número de la subparcela y de la parcela (Fig.9).

Esta placa se colocó a 20 cm. encima del punto de medición del diámetro, y al lado sur de cada árbol.

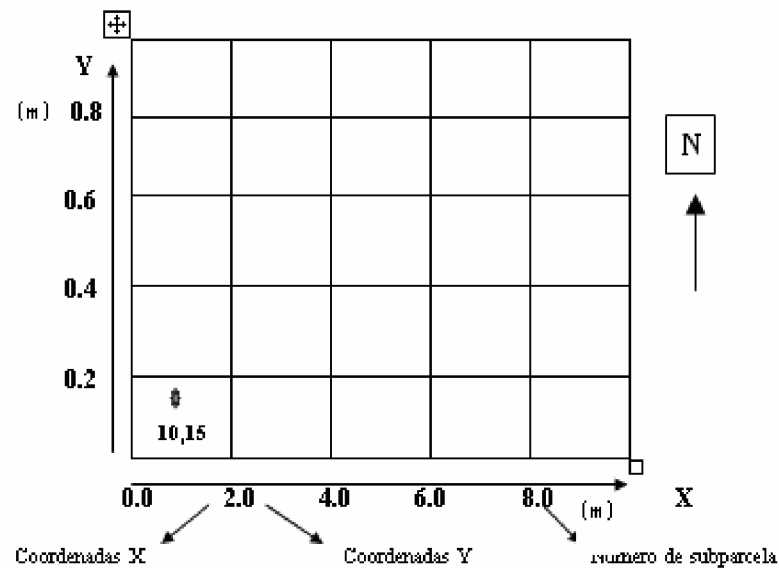


Fuente: BOLFOR, 1999.

Figura 9. Descripción de la placa.

C. Nombre común: En esta casilla se anotaron para el caso de los Reclutas el nombre común de cada individuo encontrado (árboles y palmas). Para el caso de los árboles ya registrados en la planilla cuando se realizó la instalación se verificó el nombre común.

D. Coordenadas de ubicación (X, Y): Las coordenadas de cada árbol se encuentran amarradas a cada sub parcela en base a un plano cartesiano (Fig.10).



Fuente: BOLFOR, 1999

Figura 10. Ubicación de coordenadas de los árboles en las subparcelas.

Variables Evaluadas

E. Categoría (Cate): Se registró la categoría del árbol en las siguientes clases:

- | | |
|--------------------------------|--|
| 1. Árbol vivo | 6. Árbol talado para otros usos |
| 2. Árbol reclutado | 7. Árbol vivo pero anillado |
| 3. Árbol muerto naturalmente | 8. Árbol desaparecido |
| 4. Árbol aprovechado | 9. Árbol olvidado en anterior medición |
| 5. Árbol muerto por extracción | 10. Árbol muerto por anillamiento. |

F. Diámetro altura pecho (DAP): Se midieron a todos los árboles a partir de 10 cm. de DAP y palmeras a partir de 6 m. de altura. En casos excepcionales, cuando los árboles presentaron irregularidades se midió el diámetro donde termina su deformación.

G. Calidad de fuste (Ca): En el caso de nuevos individuos “Reclutas” el fuste guarda relación con su conformación morfológica, fenotípica y su estructura. En este sentido se consideran tres calidades:

1. **Fuste sano:** Sano y recto, sin ningún signo visible de defectos.

2. **Fuste torcido:** Con señales de ataques de hongos, pudrición, heridas, curvatura, crecimiento en especial y otras deformaciones.
3. **Fuste defectuoso:** Curvado y efectos graves en su estructura, posiblemente útil para leña.

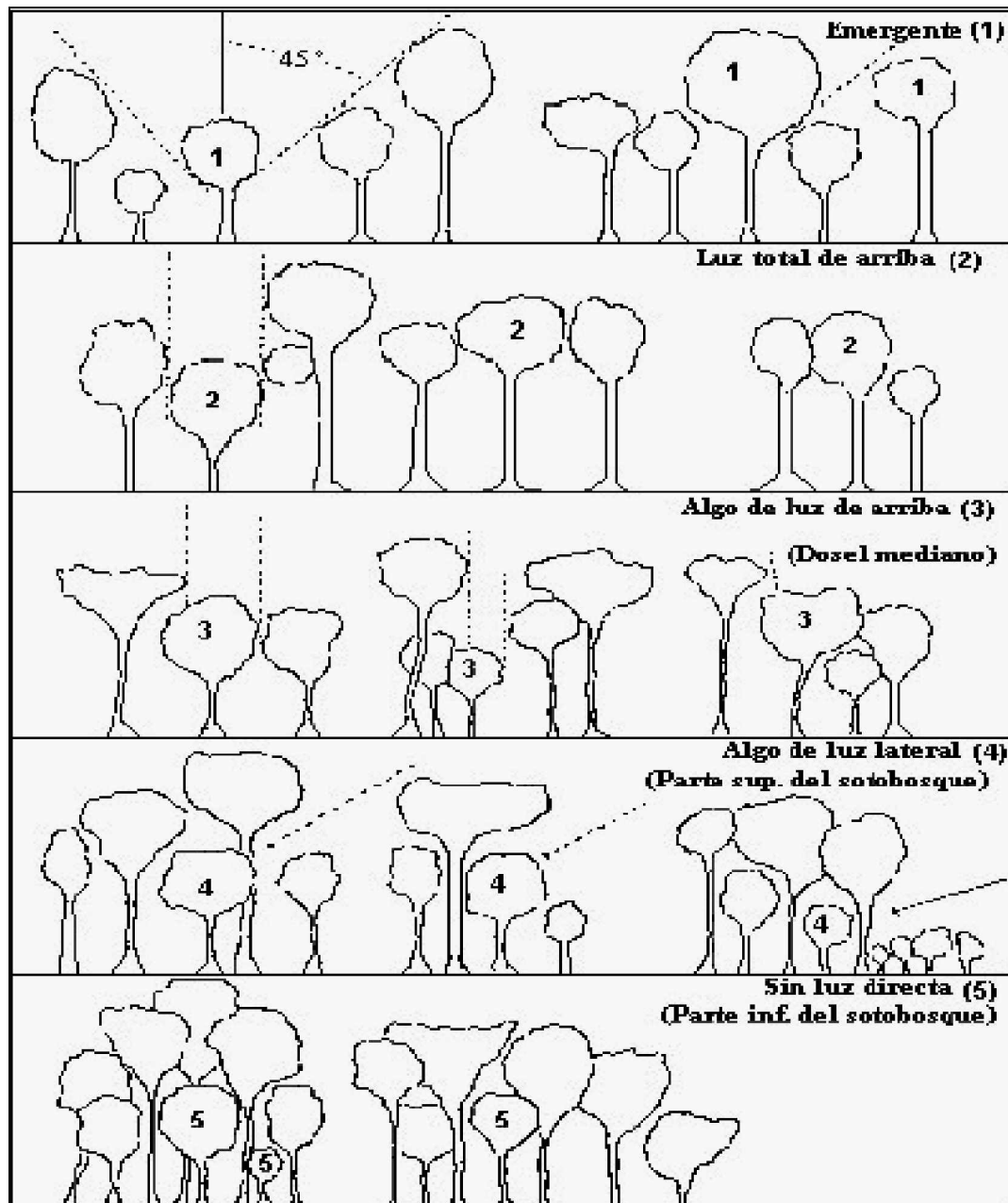
H. Altura total (HT): La altura total es la distancia vertical entre la base y el ápice del árbol (hojas más altas). Debido a que en los bosques tropicales y subtropicales son difíciles de observar la parte superior de la copa de los árboles por el dosel cerrado, la altura total fue estimada. Estas alturas sólo se midieron para árboles reclutas.

I. Altura Comercial (HC): Es la altura estimada del fuste, desde la base de la parte superior del tocón hasta la primera ramificación. Estas alturas sólo se midieron para árboles reclutas.

J. Posición de copa (PC): Está referida a la posición de la copa con respecto a su exposición a la luz solar. La clasificación de Dawkins modificadas se basa en cinco categorías, que son usadas de manera invertida en las mediciones de parcelas permanentes que son monitoreadas por el Instituto Boliviano de Investigación Forestal (IBIF) en Bolivia.

1. **Emergentes:** La parte superior de la copa totalmente expuesta a la luz vertical y libre de competencia lateral, en un cono invertido de 90° con el vértice en la base de la copa.
2. **Plena iluminación superior:** La parte superior está plenamente expuesta a la luz vertical, pero está adyacente a otras copas de igual o mayor tamaño dentro del cono de 90°.
3. **Alguna iluminación superior.** La parte superior de la copa está expuesta a la luz vertical, o parcialmente sombreada por otras copas.
4. **Alguna luz lateral:** La parte superior de la copa enteramente sombreada de luz vertical, pero expuesta a alguna luz directa lateral debido a un claro o borde del dosel superior.

5. **Ausencia de luz:** La parte superior de la copa enteramente sombreada tanto de luz vertical como lateral.

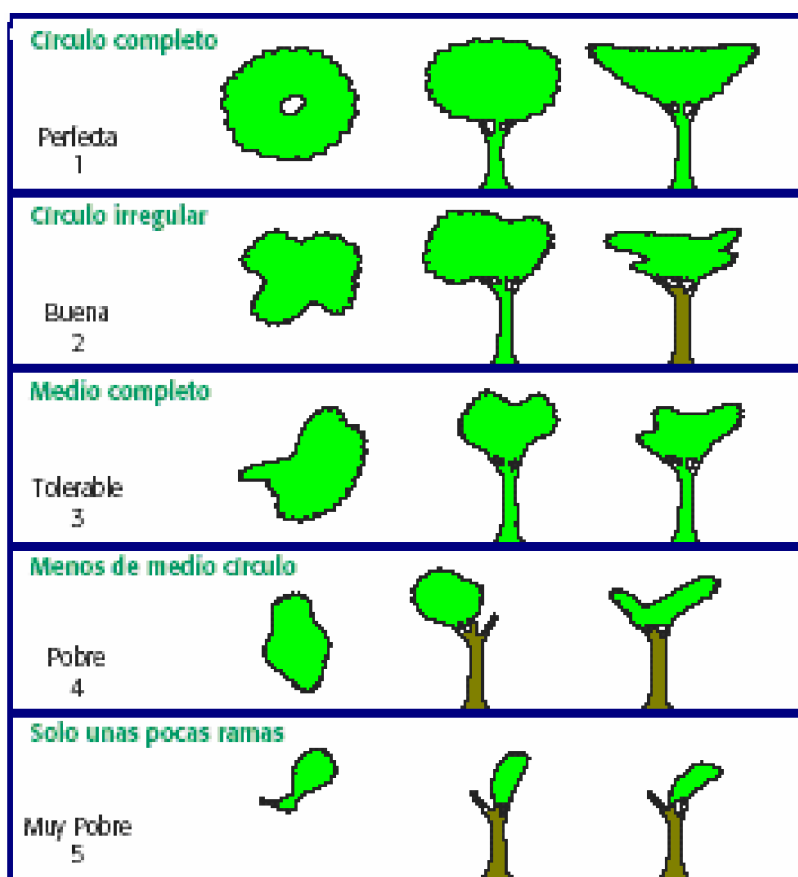


Fuente: BOLFOR, 1999

Figura 11. Posición de copa relacionada con el grado de iluminación

K. Forma de copa (FC): Las definiciones de forma de copa fueron las utilizadas y aplicadas de acuerdo con las características de cada especie y del estado de desarrollo de cada árbol según metodología de (Dawkins), modificadas por Toledo et al, (2005).

1. **Perfecta:** Corresponde a las copas que presentan el mejor tamaño y forma que se observa: copa amplia, plana, circular y simétrica.
2. **Buena:** Copas que se acercan mucho al anterior nivel, silviculturalmente satisfactorias, pero con algún defecto leve de simetría o algún extremo de rama muerta.
3. **Tolerable:** Apenas satisfactorias silviculturalmente, evidentemente asimétricas o ralas, pero aparentemente poseen capacidad de mejorar si se les da espacio.
4. **Pobre:** Evidentemente insatisfactorias, presentan muerte regresiva en forma extensa, fuertemente asimétricas y pocas ramas, pero probablemente capaces de sobre vivir.
5. **Muy Pobre:** Definitivamente degradadas o suprimidas, o muy dañadas.

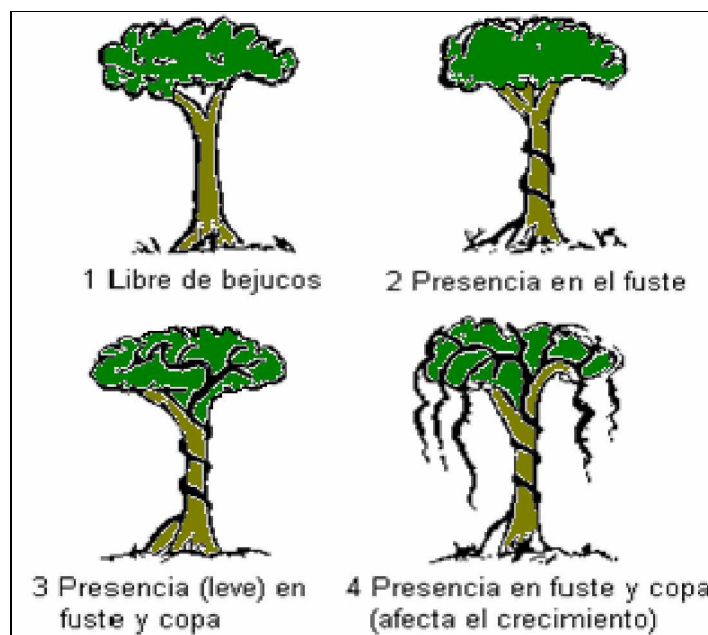


Fuente: Toledo et al, 2005.

Figura 12. Clasificación forma de copa

L. Infestación de bejucos (IB): La infestación de bejucos tiene efectos en el crecimiento, incremento y forma de los árboles, lo que incide directamente en la producción futura de madera. Para la evaluación de esta variable se define fuste hasta el punto donde ocurre la bifurcación principal del fuste. Se considera copa desde ese punto hacia arriba (Toledo et al, 2005). En la recolección de datos se usaron 4 categorías:

1. Árbol libre de bejucos.
2. Bejucos presentes solamente en el fuste, la copa queda exenta.
3. Presencia de bejucos en el fuste y copa, pero no afecta el crecimiento terminal.
4. La totalidad de la copa cubierta por bejucos y el crecimiento terminal seriamente afectado.



Fuente: BOLFOR, 1999

Figura 13. Clases de grados de infestación de bejucos (IB)

M. Infestación de bejucos en porcentaje (B%): Durante la evaluación se calculó el porcentaje de la copa que estaba infectada por bejucos, principalmente en el caso de las clases 3 y 4. Los datos colectados en la clase 3 de infestación tuvieron desde 1 hasta 75 % su copa cubierta de bejucos, mientras que la clase 4 tiene desde 76 hasta 100% de bejucos en la copa, metodología adaptada por Toledo et al, (2005).

N. Estado sanitario del árbol (Sa-arb) y del fuste (Sa-fu): Para el levantamiento de datos se sigue la siguiente clasificación.

Estado sanitario del árbol (Sa-arb)	Estado sanitario del fuste (Sa-fu)
AP parado o en pie	FS sano
AI inclinado	FQ quemado
AC caído	Fhu hueco
AE estrangulado por bejucos	FI atacado por insectos
AR roto o quebrado	FH ataque de hongos o podrido
ADA dañado por aprovechamiento	

O. Observaciones: Las observaciones de cualquiera de las variables fueron registradas en el momento de la evaluación.

3.6 Análisis de los datos

Para el estudio de la dinámica del bosque, se realizó una evaluación en 9 parcelas permanentes de muestreo convencionales de 1 ha. distribuidas en diferentes TCO y ASL del sector de Ixiamas y San Buenaventura con un intervalo de tiempo desde la instalación a la primera evaluación de 3 años. Los análisis de la intervención del aprovechamiento forestal, en relación a la dinámica (Incremento Corriente Anual (ICA), la mortalidad y el reclutamiento) que en definitiva representan los resultados, se realizaron de acuerdo a la clasificación de los tipos de bosque.

3.6.1. Diseño

Partiendo de la premisa, que el objetivo principal de la investigación es medir el efecto de las intervenciones de aprovechamiento forestal respecto de la dinámica de sucesión de las especies, se tomo como indicador de respuesta el Incremento Corriente Anual (ICA) en cm/año de las poblaciones de especies arbóreas. Se selecciono este indicador debido a que mejor se ajusta, por presentar características cuantitativas para realizar pruebas estadísticas en base a los 4 tipos de bosque. Los indicadores restantes como la mortalidad y

reclutamiento, solo fueron evaluados mediante estadística descriptiva (medias) y porcentajes. Se determinó aplicar un diseño que corresponde a unidades completamente al azar; es decir, un “Diseño Completamente al Azar” (Fig.14).

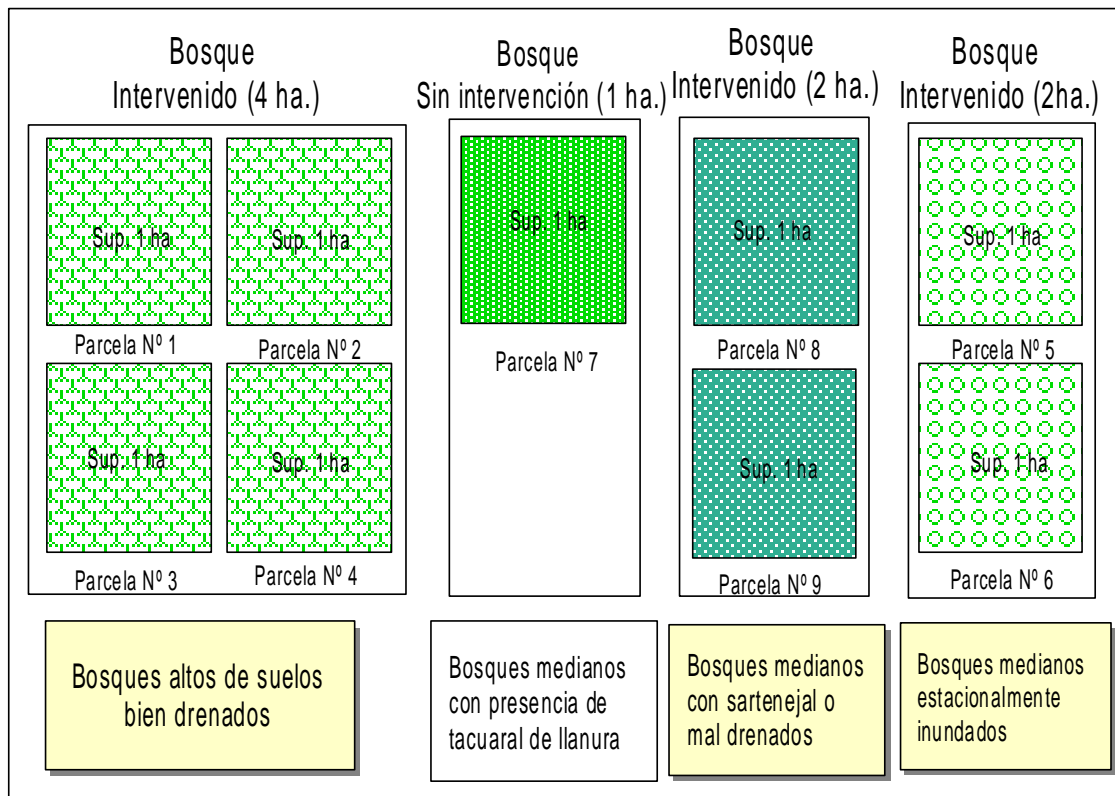


Figura 14. Diseño de muestreo por tipos de bosques.

3.6.1.1 Características del diseño.

1. En este diseño los tratamientos constituyen los cuatro tipos de bosque y su respectiva intervención del aprovechamiento forestal. Las muestras al azar se encuentran en diferentes Asociaciones Sociales del Lugar (ASLs) y Tierras comunitarias de origen (TCOs).
2. El número de repeticiones puede ser igual o diferente, en este caso las muestras por tratamiento no tienen un mismo número de repeticiones. Todos los cálculos, fueron realizados en unidades separadas que son la ha. dentro de cada tipo de bosques. Posteriormente todos estos resultados se promediaron para cada tipo de bosque.

Para el análisis e interpretación del conjunto de datos provenientes de la investigación, se realizó un análisis de normalidad, en el programa estadístico (SPSS 12) solo para comparar el ICA, considerando el modelo matemático de (Gauss-Markov) para ver si el conjunto de datos siguen una distribución normal (Fig.15).

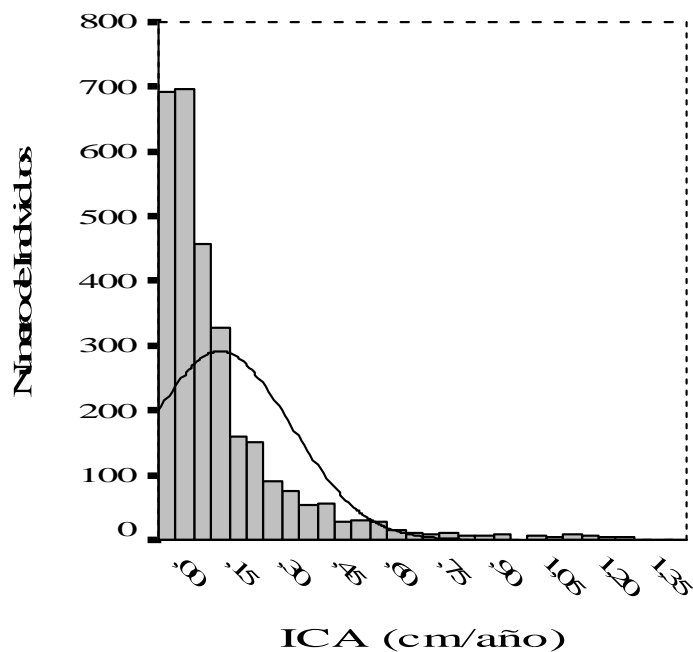


Figura 15. Histograma de frecuencia

Posterior a este análisis, los datos no siguieron una Curva Normal, por lo que se procedió a una transformación logarítmica, mediante el logaritmo natural $\ln(x)$, ésta transformación es la más adecuada debido a que la variable toma valores de cero y próximos a cero. Existen muchas otras transformaciones, pero ninguna de ellas se ajusta a nuestra investigación.

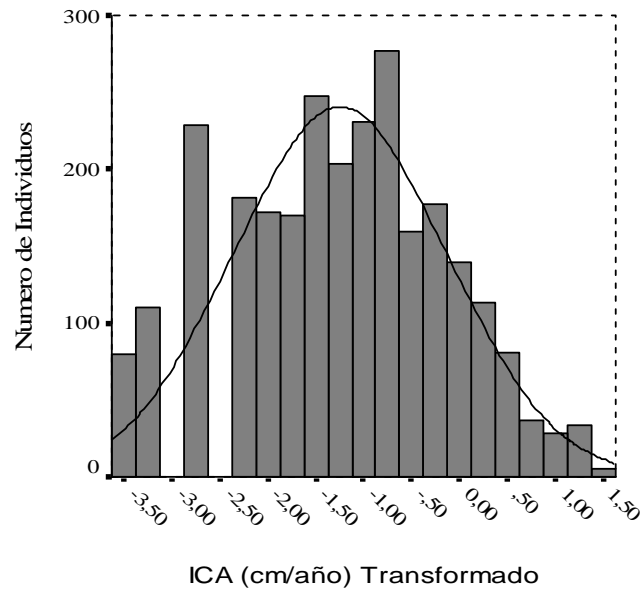


Figura 16. Datos transformados (Curva Normal)

Una vez transformados los datos se procedió a analizar la variabilidad del crecimiento dentro de cada tipo de bosque. Este análisis permitió ver si existe homogeneidad entre las unidades de muestreo que componen a cada tipo de bosque, para después analizar en conjunto los cuatro tipos de bosque. El modelo matemático utilizado es el siguiente:

MODELO MATEMÁTICO

$$Y_{ij} = U + \alpha_i + \Sigma_{ij}$$

$$\text{Respuesta} = \text{Constante} + \text{Efecto tratamiento} + \text{Error}$$

Donde

Y_{ij} = Es el Número de árboles observados con sus respectivo ICA en la ij -ésima unidad experimental.

U = Media general del ICA o también llamado factor de efectos fijos.

α_i = Efecto del la i -ésimo tratamiento (% de Intervención del aprovechamiento).

Σ_{ij} = Error experimental asociado a la ij -ésima unidad experimental.

A continuación, presentamos una tabla que representa el modelo matemático expuesto, aplicado para comparar los cuatro tipos de bosques con su respectivo porcentaje de intervención del aprovechamiento forestal.

Tabla 3. Representación del modelo matemático “Diseño completamente al azar”.

Nº de observaciones	Tratamientos				Totales
	1.....2.....3.....4				
1	Y1,1	.Y2,1	Y3,1	Y4,1	Yt,1
2	Y1,2	.Y2,2	Y3,2	Y4,2	Yt,2
3	Y1,3	.Y2,3	Y3,3	Y4,3	Yt,3
4	Y1,4	.Y2,4	Y3,4	Y4,4	Yt,4
N	Y1,n	.Y2,n	Y3,n	Y4,n	Yt,n
Totales	T1	T2	T3	T4n	$T = \sum^n (t-i) * Ti$
Nº observaciones	n1	n2	n3	n4	$\sum ni * ni$
Media	$\check{Y}1$	$\check{y}2$	$\check{y}3$	$\check{y}4$	$Y = T/ni$

T = Es el gran total.

ni = Número de observaciones del experimento.

\check{Y} = La media total del experimento (media de media).

VARIACIÓN; Se desdobra en dos:

1. El efecto por los tratamientos (&i).
2. El efecto por el error ($\sum ij$).

A continuación se detalla el modelo matemático con los siguientes cálculos para formar la tabla de Análisis de Varianza de una vía (ANOVA).

1. Factor de corrección (FC):

$$FC = T^2 / \sum_i ni$$

2. Suma de cuadrados totales (SCT):

$$SCT = \sum_{i=1}^t * \sum_{\alpha=1}^{ni} * Y^2_{ij}$$

3. Suma de cuadrados entre grupos (SCT) o suma de cuadrado de los tratamientos:

$$SCT = \sum_{i=1}^t * (T^2t/ni) - FC$$

4. Suma de cuadrado del error (SCE):

$$SCE = SCT - SCT$$

Tabla 4. Diseño del análisis de varianza (ANOVA).

Fuente de variación	Grados de libertad	SUMA DE CUADRADOS		Cuadrados medios	“Fc”
		Formula de definición	Formula de campo		
TRATAMIENTO	t-1	$\sum_{ij} (\bar{y}_i - \bar{y})^2$	$\sum_{i=1}^t * (T^2t/ni) - FC$	S _{Trata./gl} Trat.	CM.Tra./CM Error.
ERROR	z(r-1)	$\sum_i [\sum_{j=1} (Y_{ij} - \bar{y})^2]$	SCE = SCT-SCT		
TOTAL	(t*t-1)	$\sum_{ij=1} (Y_{ij} - \bar{y})^2$	$\sum_{i=1}^t * \sum_{\alpha=1}^{ni} * Y^2_{ij}$		

COEFICIENTE DE VARIACIÓN

Error estándar: $SX = \sqrt{Cm} \text{ Error} / ir$

Coefficiente de variación: $CV = (\sqrt{Cm.E / x}) * 100$

3.6.1.2 Prueba de significación de TUKEY

Para determinar las diferencias significativas entre los tipos de bosques, procedimos a la prueba de Tukey con un intervalo de confianza del 95 %. Se seleccionó esta prueba debido a que las variables que intervienen en el crecimiento de las especies son incontrolables, tanto climáticas, edáficas, topográficas y fenológicas, teniendo una amplia heterogeneidad dentro los tipos de bosques, es decir coeficientes de variación elevados (Anexo N° 3).

El principio fundamental de esta prueba es de hacer comparaciones múltiples de medias, no considera los ordenes entre si de los promedios de los tratamientos y está basada en otro principio diferente de las pruebas de (“t”, DLS (*Diferencia de limite de significancia*), y ALS (D) (*Amplitud de Limite de Significancia de DUNCAN*))

Cada comparación entre dos promedios, de un experimento, es considerado como una unidad para computar el 5 % o el 1% de fallas y desechar indebidamente la “Ho” (Hipótesis nula). La probabilidad de 0,05 por ejemplo se observa, que de 100 comparaciones que se hiciesen, si todas las cuales de la “Ho”, fuese cierta, solo en 5 comparaciones se desecharía indebidamente la Ho.

En esta prueba, al nivel de significancia 0,05 o 0,01 se le llama “*Razón Juiciosa del Error Experimental*”. Como es de entender, esta prueba es bastante más severa, que las de F y de Duncan, por lo que Hartley sugiere que la razón juiciosa del error experimental se eleve a un 10% o un valor más alto.

3.7 Variables

3.7.1 Aprovechamiento forestal

En el cálculo del porcentaje de intervención del aprovechamiento forestal, consideramos como premisa fundamental, todas las especies que se encontraron en cada unidad de muestreo (ha), por encima del diámetro mínimo de corta (DMC) 50 cm de DAP. En el caso de las especies de Ocho (*Hura crepitans*), Mapajo (*Ceiba pentandra*) y Bibosi (*Picus máxima*), a partir de 70 cm de DAP como lo establece la actual Norma Técnica 248/98.

Las especies consideradas en el cálculo son las comerciales, poco comerciales con calidades de fustes rectos y medianamente torcidos que se presentan en una hectárea y posteriormente agrupados por tipos de bosques (Anexo 4).

El cálculo del porcentaje de las intervenciones del aprovechamiento forestal presenta la siguiente relación:

“Evaluación de la dinámica de árboles a través del análisis de parcelas permanente de monitoreo en ASLs y TCOs de los municipios de Ixiamas y San Buenaventura-La Paz”.

$$Aprov.(\%) = \left(\frac{N^{\circ}.Aprov.}{N^{\circ}T.Ind./ha.} \right) * 100$$

Donde:

N°. Aprov = Es el número de individuos aprovechados en una hectárea o unidad de muestreo.

Total. Ind. = Total de individuos presentes en una hectárea o unidad de muestreo.

ha. = hectárea

Por otro lado, se cálculo el volumen comercial (VC), de las especies que fueron aprovechadas, utilizando los valores estimados de la altura comercial (HC) en el primer censo, es decir antes del aprovechamiento y en cada uno de las unidades de muestreo (ha), promediadas según el tipo de bosque. Para el cálculo del volumen en pie, se utilizo las siguientes formulas:

1.- Cálculo del volumen comercial (VC):

$$VC = ABD * HC * FF$$

Donde:

VC = Volumen comercial en metros (m³)

ABD = Área basal del diámetro (m²)

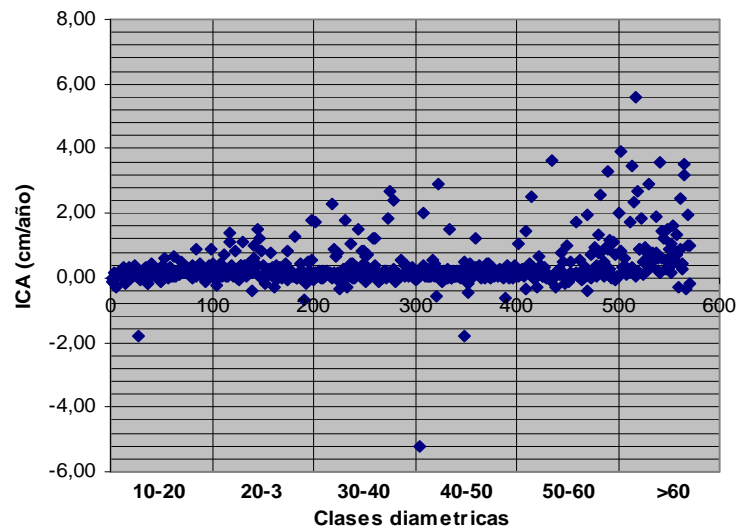
HC = Altura comercial en metros (m)

FF = Factor de forma constante de 0.65

Es preciso manifestar, que el cálculo del volumen de madera aprovechada, principalmente la variable como la altura, fue estimada en el momento de instalación de las unidades de muestreo. Después de la instalación de las PPM, estas especies fueron apeadas durante las operaciones de aprovechamiento forestal, para más detalles en el ANEXO 3 se presenta el cálculo del volumen comercial extraído.

3.7.2. Incremento Corriente Anual (ICA)

Para el análisis del ICA, se realizó una depuración de información, si bien se puede eliminar los errores de digitalización eso no es posible con los errores ocurridos durante el levantamiento de datos, para ello la información se sometió a una serie de filtros en una hoja Excel, fijando ciertos límites (máximo y mínimo) de incremento permitido (Fig.17).



Fuente: Elaboración Propia

Figura 17. Dispersión de datos por clase diamétrica para el (ICA).

En este sentido se fijó el límite máximo de (+4 cm/año) y como mínimo (0 cm/año). Este intervalo fue fijado de acuerdo a una gráfica de dispersión de datos por clases diamétricas (Fig.17).

El proceso escrito es un método netamente estadístico. Aquellos datos que se encuentran fuera de la tendencia, fueron directamente codificados en una columna (NO), mientras que aquellos que se encontraron dentro del límite de tendencia se los codificó con (SI), para que de esta manera ingresen a los análisis estadísticos correspondientes.

Al determinar el ICA se utilizó una fórmula matemática citada por BOLFORD, (1999). Puede expresarse de la siguiente manera:

$$ICA = \frac{dap2 - dap1}{\Delta t}$$

Donde:

dap2: es el diámetro en la segunda evaluación en cm.

dap1: es el diámetro a la altura del pecho de la primera evaluación en cm.

Δt : es el intervalo de tiempo expresado en años.

3.7.2.1 Determinación del tiempo de paso

El “tiempo de paso” representa el número de años que le toma al árbol promedio de una clase determinada pasar desde el límite inferior de su clase hasta el límite superior de la clase siguiente (BOLFOR, 1999). La Tabla N° 10, muestra los años que tardan en promedio los árboles que se encuentran en el bosque Preandino Amazónico alcanzar un determinado diámetro.

Para determinar el tiempo de paso, se toman en cuenta los siguientes pasos:

1. Determinar el Incremento Corriente Anual ICA promedio en cm. y la frecuencia de ocurrencia de individuos por clases diamétricas.
2. Organizar los datos de la siguiente manera

Tabla 5. Valores para la determinación del tiempo de paso

Clases diamétricas	Punto medio	Frecuencia	ICA Promedio (cm)
10-20	15	1774	0,31
20-30	25	592	0,60
30-40	35	237	0,78
40-50	45	156	0,80
50-60	55	76	0,58

3. Con los valores del punto medio y el ICA-promedio, graficar un eje de coordenadas, colocando los valores del punto medio en “X” y en el eje “Y” los valores del ICA, esta curva genera lo que llamamos ICA-ajustado. Con esta curva se pueden generar nuevos puntos o pueden ser los mismos, así consideramos que los mismos puntos mostrados generan una mejor curva de ajuste.

4. Con el ICA-ajustado en la curva se determina el tiempo de paso, que resulta de dividir el ancho de la clase (10 cm en este caso) entre el ICA-ajustado.

3.7.3 Mortalidad y Reclutamiento

Para el análisis de la mortalidad y reclutamiento por tipos de bosques calculamos las tasas, basándonos en un modelo exponencial expuesto por Nebel et al, (2001).

1. La tasa anual de mortalidad fue calculada de la siguiente manera:

$$tm = (\ln(No) - \ln(No - Nm)) / \Delta t$$

2. La tasa anual de reclutamiento:

$$\Gamma r = \ln(No - Nm + Nr) - \ln(No - Nm) / \Delta t$$

Donde

No = es el número de individuos vivos o área basal al comienzo del periodo.

Δt = Intervalo de tiempo

Nm = es el número de individuos muertos en un área determinada, y

Nr = son los individuos que fueron reclutados en las diferentes categorías durante el periodo.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 Intervención del aprovechamiento forestal

Para todo el bosque del Sector de Ixiamas y San buenaventura, el porcentaje de intervención del aprovechamiento forestal en 9 ha. de muestreo es de un 12 %, con respecto a las especies con características comerciales, poco comerciales y calidades de fuste recto a torcido (uno y dos) por encima del DMC. Se extraen aproximadamente 2 árboles por hectárea, equivalente en promedio a 25,44 m³ rola (ANEXO 3). Generalmente son las especies que ocupan el dosel superior (emergentes y con plena iluminación).

Se encontró 13 árboles/ha con características de extracción. Sin embargo el porcentaje de intervención calculado es diferente para cada tipo de bosque, no todos fueron impactados a un mismo porcentaje (Tabla.6).

Tabla 6. Aprovechamiento forestal por tipos de bosque.

Tipos de bosques	Nº Árboles. Comerciales/ (ha)	Nº Árboles. Aprovechables/ (ha)	Aprovechamiento (%).	Volumen Aprovechado (m³-r/ha)
Bosques altos de suelos bien drenados	12	2	15	10,24
Bosques medianos con presencia de tacuaral de llanura	11	0	0	0,00
Bosques medianos con sartenejal o mal drenados	13	1	8	31,02
Bosques medianos estacionalmente inundados	15	4	27	34,99
Promedios	13	1,6	12	25,44

Los estudios de daño causado por el aprovechamiento selectivo realizado en bosques tropicales, muestran resultados considerablemente variados. Por ejemplo, Fredericksen (1998); determina en un estudio que si bien sólo un 2% de los árboles aprovechables fueron cortados, 26% de los árboles que formaban el bosque residual fueron destruidos o dañados aparte de otros daños considerables causados por el arrastre, la construcción de caminos y pistas.

Sin embargo Lozada y Aredns (2000), en bosques tropicales de Venezuela, revelaron que 45 árboles remanentes sufrieron daños considerables por el efecto de una corta de 11.2 árboles/ha.

En comparación a estudios que se mencionan, los resultados de las intervenciones de aprovechamiento son bajos y los daños causados a la masa remanente de forma general para toda la ecorregión, merecen atención inmediata, tienen su efecto directo en la dinámica de sucesión en los bosques.

Por ejemplo el promedio para todo el bosque es de 561 árboles/ha con DAP \geq 10 cm. al extraer 2 árboles con características comerciales (25 m³-rola), el daño sobre la masa remanente por el apeo y el arrastre es de 65 árboles muertos, que es equivalente a un 12 %. (Tabla. 7). Con este porcentaje de daño a la masa remanente de (12%), eso significa que al extraer los 13 árboles/ha con características de extracción, el daño a la masa remanente alcanzara a un 78 %.

Tabla 7. Mortalidad causada por el aprovechamiento forestal sobre la masa remanente en los tipos de bosque.

Tipos de Bosques	Nº Árboles/ha.	Nº Árboles muertos por (apeo y arrastre)	(%) Mortalidad sobre la masa remanente
Bosques altos de suelos bien drenados	636	36	6
Bosques medianos con presencia de tacuaral de llanura	475	0	0
Bosques medianos con sartenejal o mal drenados	698	147	21
Bosques medianos estacionalmente Inundados	434	78	18
Promedios Totales	561	65	12

Los **bosques altos con suelos bien drenados** sufrieron un porcentaje de intervención del aprovechamiento forestal de 15 %, el promedio respecto a especies por encima del DMC. Los árboles/ha con DAP \geq 10 cm. es de 636, de los cuales 36 árboles fueron muertos por causa del apeo y arrastre que equivale a un 6 % del total de individuos censados en el primer censo.

“Evaluación de la dinámica de árboles a través del análisis de parcelas permanente de monitoreo en ASLs y TCOs de los municipios de Ixiamas y San Buenaventura-La Paz”.

En los *bosques medianos con presencia de tacuaral de llanura* no se encontró indicios de perturbación por el aprovechamiento forestal, por lo que consideramos como un bosque no intervenido. En este tipo de bosque se censaron 475 árboles/ha. con DAP > 10 cm.

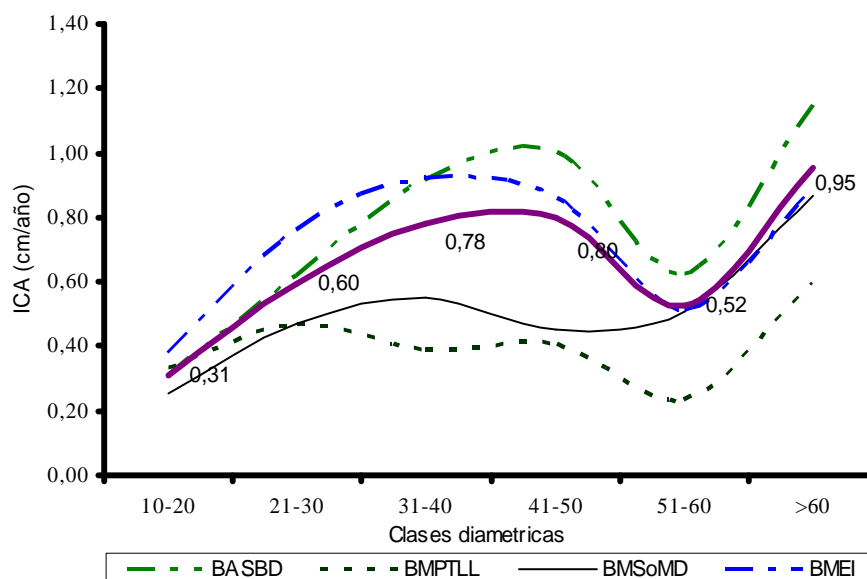
Por otro lado los *bosques medianos con sartenejal o mal drenadas* con un nivel de intervención del aprovechamiento con respecto a las especies por encima del DMC alcanzan a un 8 %, es decir de 13 árboles/ha que pueden ser aprovechados solo 1 árbol es aprovechado. Se censaron 698 árboles/ha con DAP \geq 10 cm. de los cuales 147 árboles fueron muertos por causa del apeo y arrastre que equivale a un 21 %.

Es necesario señalar que un extremo del área de muestreo fue impactado por una pista de arrastre; es el factor más resaltante para que exista un mayor daño a la masa remanente.

Por ultimo tenemos a los *bosques medianos estacionalmente inundados* con un porcentaje o nivel de aprovechamiento forestal de 27 % con respecto a las especies comerciales por encima del (DMC), éste es el tipo de bosque con una mayor intervención. Se registro 434 árboles/ha con DAP \geq 10 cm. de los cuales 78 mueren por causa del apeo y arrastre, equivalente a un 18%. (Tabla 7).

4.2 Incremento Corriente Anual (ICA) por clases diamétricas y tipos de bosque

En los bosques del sector de Ixiamas y Tumupasa de la provincia Abel Iturralde del Departamento de la Paz, los incrementos corrientes anuales para todas las especies en general es de 0.46 cm/año; sin embargo, esta tasa varía de acuerdo a los tipos de bosques, especies, gremios ecológicos, clases diamétricas, etc. A continuación, presentamos una gráfica de curvas de crecimiento de acuerdo a las clases diamétricas, considerando los principales tipos de bosques identificados y agrupados mediante las unidades de muestreo, para todas las especies en su conjunto.



Fuente: Elaboración Propia

Figura 18. Incremento corriente anual por clases diamétricas.

Como podemos observar en la figura 18, el incremento corriente anual para todas las especies en su conjunto tiene diferentes patrones de incremento, a partir de las clases diamétricas de 10-20 cm. se manifiesta de forma lenta con un promedio de 0.31 cm/año (error estándar = 0,01); aumenta considerablemente desde 0.60 cm/año (error estándar = 0,03) en las clases diamétricas de 21-30 hasta las clases diamétricas 31-40 cm. que alcanza a 0.78 cm/año (error estándar = 0,06).

A partir de esta clase se mantiene casi constante 0.80 cm/año (error estándar = 0,06). Posteriormente, en las clases diamétricas de 51-60 cm. comienza la reducción con 0.52 cm/año (error estándar = 0,07) que está directamente relacionada con la vejez de los árboles. Sin embargo, a partir de la clase diamétrica ≥ 60 cm. el comportamiento se manifiesta en forma ascendente, con un incremento acelerado. Probablemente estas sean especies que ocupen el dosel superior, es decir especies, principalmente comerciales, que por presentar menores frecuencias, su incremento se manifiesta de forma irregular (ANEXO 7).

A continuación presentamos una comparación grafica de acuerdo a los tipos de bosques, con sus respectivos márgenes de error estándar.

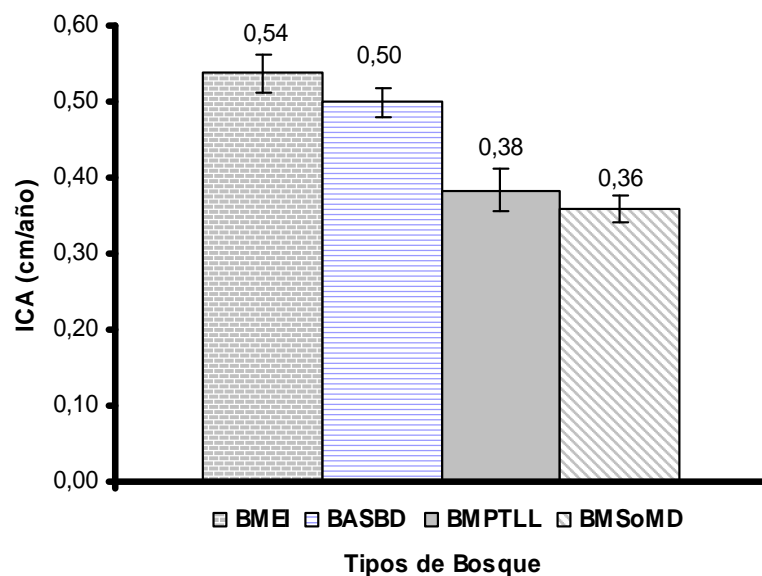


Figura 19. Promedios del Incremento Corriente Anual por tipos de bosque.

Las tasas de incremento en diámetro, en el (Bosque Preandino Amazónico) son mucho mas elevadas en relación a otros tipos de bosques como la chiquitania, que alcanza a 0,17 cm/año; transición chiquitano amazónico de 0,38 cm/año, Bosques de chimanes (Preandino Amazónico) 0,28 cm/año y Bosques amazónicos 0,29 cm/año (Pando) (Dauber et al, 2003 y Poorter et al, 2001).

Probablemente esta variación se deba a condiciones de temperatura, precipitación, suelo, composición florística y la fisonomía que presentan los mismos bosques, como lo expresan varios autores (Lamprecht 1990, Valerio y Salas 2001, Poorter et al, 2001 y Fredericksen et al, 2001). Estos autores, también sostienen que el crecimiento en diámetro de las especies, en los bosques tropicales húmedos, se encuentra ligado a una serie de características genéticas de la especie (capacidad intrínseca para aprovechar los recursos disponibles) y del sitio (disponibilidad de agua, luz, minerales y temperatura). Este incremento se constituye en una función cuadrática con tres fases: una fase joven con muy poco crecimiento; una segunda fase, con crecimiento acelerado y una tercera fase en reducción que concluye con la vejez de los árboles.

4.2.1 Análisis de Varianza del Incremento Corriente Anual por tipos de bosque

Se realizo una comparación de medias con respecto a los Incrementos Corrientes Anuales (ICA) de los cuatro tipos de bosques. Mediante el Análisis de Varianza (ANOVA), con una probabilidad de 95 % se determinó que existen diferencias significativas ($P > 13.291$) entre los tipos; de boques, es decir, que la media de los ICA son diferentes, el coeficiente de variación alcanza a una 98%, es decir que cada tipo de bosque presenta una enorme variación en especies e incrementos diametritos (Tabla 8).

Tabla 8. Análisis de Varianza (ANOVA) ICA por tipo de bosque.

Fuentes de Variación (Tipos de Bosques)	GL	SC	CM	FC	Ft
Entre muestras (Tratamientos)	3	48,995	16,332	13,291	0,00
Dentro de muestras (error experimental)	2945	3618,832	1,229	----	----
Totales	2948	3667,827	----	----	----

Donde: GL = Grados de libertad F= Test de fisher SC = Suma de cuadrados CM = Cuadrado medio del error

Por otro lado mediante la Prueba de Tukey (Comparación de medias) se determinó que existen dos grupos (a y b) de acuerdo al Incremento Corriente Anual (ICA).

En el primer grupo (a) se encuentran los *bosques medianos con presencia de tacuaral de llanuras* (BMPTLL), con 0.38 cm/año de incremento con respecto a la media y los *bosques medianos con sartenejal o mal drenados* (BMSoMD), con un incremento medio de 0.36 cm/año. Estos bosques presentan semejanza con respecto al ICA, con un promedio menor al anterior grupo, ver (Tabla 9).

El segundo grupo (b) se encuentran los *bosques medianos estacionalmente inundados* (BMEI), con una media del incremento corriente anual de 0.54 cm/año y los *bosques altos de suelos bien drenados* (BASBD), con un incremento de 0.50 cm/año. Estadísticamente estos dos tipos de bosques son iguales (Tabla. 8)

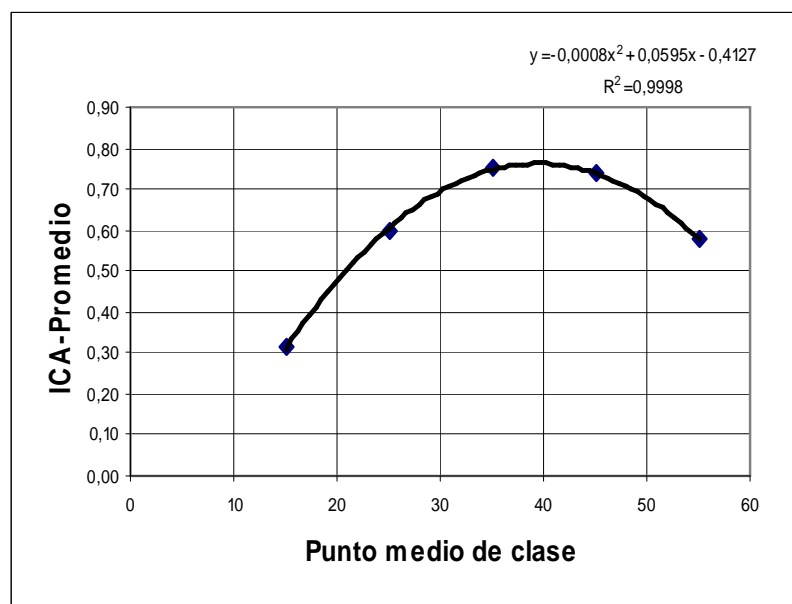
Tabla 9. Subconjuntos Homogéneos, HSD de Tukey (a,b).

Tipos de Bosque		N	Subconjunto para alfa = .05	
			A	B
HSD de Tukey(a,b)	Bosques medianos con sartenejal o mal drenados	651	0,36	
	Bosques medianos con presencia de tacuaral de llanura	312	0,38	
	Bosques altos de suelos bien drenados1	1411		0,50
	Bosques medianos estacionalmente inundados	575		0,54
Sig.			0,89	0,71

* Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

4.2.2 Tiempo de paso por clases diamétricas

La estimación del tiempo de paso, se ve afectado por el uso de clases diamétricas de 10 cm. y además es una función directa de los ICA ajustados, de tendencia cuadrática (Fig. 8).

**Figura 20** Curva del ICA-ajustado

La Tabla 10, muestra los años que tardan las especies en promedio del bosque Preandino Amazónico, en pasar de una clase a la siguiente y así respectivamente.

Tabla 10. Tiempo de pasos por clases diamétricas para las especies en general.

Clases diamétricas	Punto medio	Frecuencia	ICA Promedio(cm)	ICA Ajustado	Tiempo de paso en (años)	Edad al limite superior (años)
10-20	15	1774	0,31	0,31	32,02	32,02
21-30	25	592	0,60	0,60	16,67	48,69
31-40	35	237	0,78	0,75	13,33	62,02
41-50	45	156	0,80	0,74	13,51	75,53
51-60	55	76	0,58	0,58	17,24	92,77

Los resultados del cálculo del tiempo de paso, se interpretan de la siguiente manera: Por ejemplo la 2da fila, indica que un árbol que tiene 20 cm. necesita en promedio 16.67 años para alcanzar los 30 cm.

La última columna es la suma acumulada de los tiempos de paso; sus valores indican el tiempo que necesita un árbol de 10 cm. para alcanzar un diámetro mayor cualquiera, por ejemplo, si deseamos saber cuánto se debe esperar para que un árbol logre los 50 cm, (en muchas especies es el diámetro de mínimo de corta (DMC) que exigen las normas técnicas), nos remitimos a la fila 4 y ésta nos indica que son 75 años.

4.2.3 Tasas de Incremento Corriente Anual de las principales especies comerciales.

Las especies comerciales más importantes tienen un incremento desde 0.24 cm/año para la especie de Tajibo negro (*Tabebuia impetiginosa*), de 1.10 cm/año para la especie de Saúco (*zanthoxylum sp.*), con un promedio general de especies comerciales de 0.44 cm/año (Tabla 11).

Las especies comerciales más importantes son el Almendrillo (*Dipteryx alata*) con 0.41 cm/año, el Bibosi (*Ficus maxima*) con, 0.71 cm/año, el Blanquillo (*Dendropanax arboreus*) con, 0.45 cm/año, el Cabeza de Mono (*Apeiba membranacea*) con, 0.56 cm/año, el Cachichira (*Sloanea obtusifolia*) con, 0.49 cm/año, Chamane (*Poulsenia armata*) con, 0.73 cm/año, Mapajo (*Ceiba pentandra*) con, 0.84 cm/año, Mara (*Swietenia macrophylla*) con, 0.54 cm/año, el Trompillo (*Guarea gomma*), 0.39 cm/año y el Verdolago amarillo, con 0.66 cm/año de incremento en diámetro (Tabla 11).

Tabla 11. Especies Comerciales con sus respectivos Incrementos Corrientes Anuales (ICA) en cm/año, en todo el bosque.

Nº	Nombre Común	Nombre Científico	ICA (cm/año)	Tipo de Crecimiento
1	Tajibo negro	<i>Tabebuia Impetiginosa</i>	0,24	Lento
2	Gabú	<i>Virola</i> sp.	0,27	Lento
3	Quecho verde	<i>Sorocea steinbachii</i>	0,29	Lento
4	Trompillo c.	<i>Trichilia</i> sp.	0,29	Lento
5	Ochoó	<i>Hura crepitans</i>	0,29	Lento
6	Gabú colorao	<i>Otoba parvifolia</i>	0,31	Lento
7	Caicoma	<i>Licania oblongifolia</i>	0,32	Lento
8	Lucuma grande	<i>Pouteria bangii</i>	0,35	Lento
9	Ojoso	<i>Celtis schippii</i>	0,35	Lento
10	Punero	<i>Pentaplaris davidsmithii</i>	0,36	Regular
11	Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	0,36	Regular
12	Trompillo blanco	<i>Guarea macrophylla</i>	0,38	Regular
13	Trompillo	<i>Guarea gomma</i>	0,39	Regular
14	Almendrillo	<i>Dipteryx Alata</i>	0,41	Regular
15	Laurel menta	<i>Indet.</i>	0,43	Regular
16	Mururé	<i>Clarisia biflora</i>	0,44	Regular
17	Piraquina	<i>Rollinia pittieri</i>	0,44	Regular
18	Blanquillo	<i>Dendropanax arboreus</i>	0,45	Regular
19	Cachichira	<i>Sloanea obtusifolia</i>	0,49	Regular
20	Cedrillo	<i>Spondias mombin</i>	0,49	Regular
21	Palo maría	<i>Synphonia globulifera</i>	0,51	Regular
22	Mara	<i>Swietenia macrophylla</i>	0,54	Regular
23	Manicillo	<i>Hirtella</i> sp.	0,56	Regular
24	Quina quina	<i>Pterocarpus</i> sp.	0,56	Regular
25	Cabeza de mono	<i>Apeiba membranacea</i>	0,56	Regular
26	Trompillo de bajura	<i>Tapirira guianensis</i>	0,62	Rápido
27	Verdolago amarillo	<i>Terminalia amazonica</i>	0,66	Rápido
28	Bibosi	<i>Ficus maxima</i>	0,71	Rápido
29	Chamane	<i>Poulsenia armata</i>	0,73	Rápido
30	Mani	<i>Jacaranda</i> sp.	0,78	Rápido
31	Mapajo	<i>Ceiba pentandra</i>	0,84	Rápido
32	Coquito	<i>Guazuma ulmifolia</i>	1,03	Rápido
33	Sauco	<i>Zanthoxylum</i> sp.	1,10	Rápido
Total Promedio de ICA			0,44	

4.3. Mortalidad y Reclutamiento

Para los bosque de la Región de Ixiamas y Tumupasa (Preandino-Amazónico) se obtuvieron tasas de mortalidad natural de 2.5%, tasa de mortalidad causada por el aprovechamiento forestal de 2.9%, con un promedio general de mortalidad de 5.7% y una tasa anual de reclutamiento promedio para todo el bosque de 0.9 %. (Tabla 12).

Sin embargo, con estos resultados nos encontramos dentro los márgenes de mortalidad natural en los bosques tropicales húmedos, en comparación a estudios realizados por Nevel et al, (2001) y Poorter et al, (2001). Quienes sostienen que la mortalidad natural oscila entre el 1 y 3 %.

En comparación a estudios realizados sobre mortalidad y reclutamiento por Poorter et al, (2001) y Dauber et al, (2003) en bosques amazónicos de Pando, la tasa de mortalidad es mayor, mientras que la tasa de reclutamiento es similar. Sin embargo éstas tasas de mortalidad y el reclutamiento calculadas en el bosque Preandino Amazónico (Municipios de Ixiamas y San Buenaventura), son mayores en comparación con los estudios realizados por Dauber et al, (2003) y Uslar et al, (2004) en bosques chiquitanos, bosques secos y bosques chiquitano-amazónico.

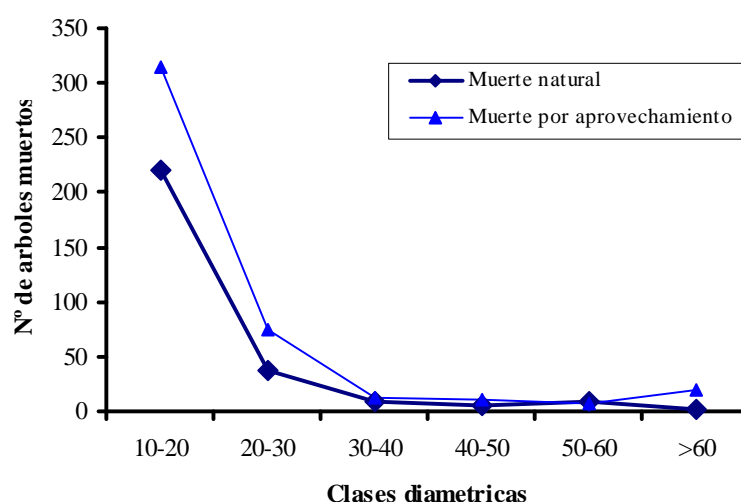


Figura 21. Distribución de la mortalidad de los árboles.

Consideramos que la mortalidad de las especies ocurre con mayor frecuencia en las clases diamétricas menores. En la (Fig. 21) observamos dos curvas, una referente a la mortalidad natural, la otra referente a la mortalidad causada por el aprovechamiento forestal, en el calculo se consideraron los árboles aprovechados y muertos por el apeo y arrastre (Categoría 4y5 metodología del Instituto Boliviano de Investigación), ver (ANEXO 8).

En concreto la mortalidad natural es dependiente del tamaño del árbol. Cuando los árboles son pequeños son más susceptibles a morir; las especies que mayormente se mueren son especies heliofitas efímeras, intolerantes a la sombra de bajo a sin valor comercial como: El Ambaibillo (*Pourouma cecropiifolia*), Pacay Blanco (*Inga thibaudiana*), Palo Diablo (*Triplaris sp*), Piraquina (*Rollinia pittieri*), Guapomocillo (*Leonia crassa*), Leche Leche (*Sapium marmieri*) y el Saúco (*Zanthoxylum sp.*). Por otro lado, las palmeras como el Asai (*Euterpe precautoria*), presenta un 6.5 % de mortalidad natural con respecto a su población, la Chonta (*Astrocaryum murumuru*) con un 3.7% y la Copa (*Iriartea deltoidea*), con 4.1 %, son las especies que tienen una mayor mortalidad natural y que al mismo tiempo tienen un índice de abundancia mayor dentro de todo el bosque.

Las especie comerciales, mueren en escalas menores, por ejemplo el Gabun (*Virola sp*), Punero (*Pentaplaris davidsmithii*), Quecho Verde (*Sorocea steinbachii*) y el Trompillo (*Guarea macrophylla*) principalmente.

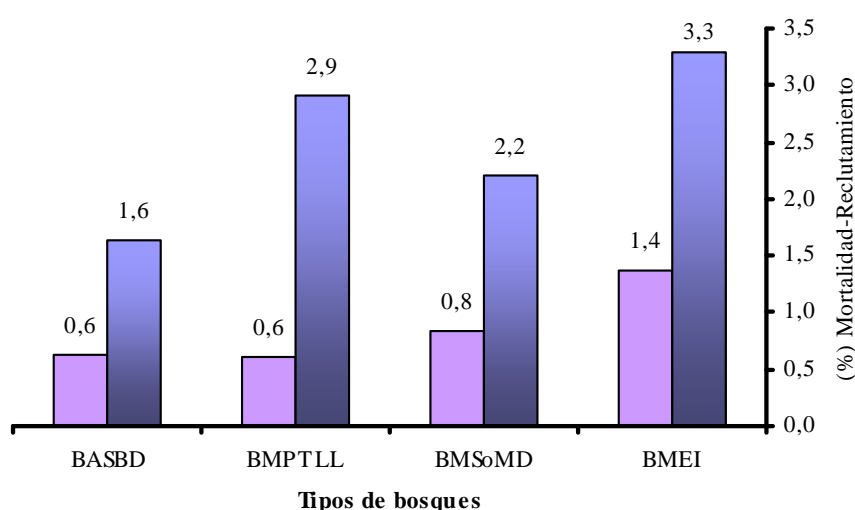


Figura 22. Tasas de mortalidad y reclutamiento de acuerdo a los tipos de bosques.

La mortalidad natural en forma general para la ecorregion, alcanza a un 2,5%, las mayores tasas, se registraron en los *Bosques mediano estacionalmente inundados* alcanzando un 3,3 %, el reclutamiento de nuevos individuos es de 1,4 %. Mientras que en los *Bosques altos de suelos bien drenados*, las tasa de mortalidad alcanza a un 1,6 % y un reclutamiento de 0,6 %.

Estas tasas de mortalidad natural de forma general para la ecoregión (Ixiamas y Tumupasa), son inferiores a las tasas encontradas por Daubert et al, (2003) en los bosques de Chimanes (Preandino Amazonico) que alcanzaron a un 2,85%. Poorter et al, (2001) en la Reserva ecológica el Tigre (Bosque amazónico) encontró un máximo de 2,1 %. Esto significa que los boques que se encuentran próximos a los sitios de muestreo presentan semejanza en relación a la mortalidad natural y el reclutamiento. En la actualidad, son los bosques más dinámicos en relación a otros tipos de bosques en Bolivia.

A continuación detallamos las diferencias que existen entre los tipos de bosques con relación a la mortalidad y el reclutamiento:

Tabla 12. Tasas de mortalidad y reclutamiento en los diferentes subtipos de bosques.

Tipos de Bosques	Mortalidad Natural (%)	Mortalidad Aprovechamiento. (%)	Mortalidad General (%)	Reclutamiento (%)
Bosques altos de suelos bien Drenados	1,6	2,3	4,1	0,6
Bosques medianos con presencia De tacuaral de llanura	2,9	0,0	2,9	0,6
Bosques medianos con sartenejal o mal drenados	2,2	4,8	7,4	0,8
Bosques medianos estacionalmente inundados	3,3	4,5	8,3	1,4
TOTAL	2,5	2,9	5,7	0,9

Mortalidad por Aprovechamiento se consideran las categorías de 4,5 y 6 = árbol aprovechado, árbol muerto por causa del aprovechamiento y aprovechado para otros usos como alimenticios. La Mortalidad natural se considera la categoría 3 árbol muerto naturalmente.

La Tabla 12, muestra las diferentes tasas de mortalidad y reclutamiento determinadas por cada tipo de bosque.

1. Los **bosques altos de suelos bien drenados**, ubicados en la ASL de Copacabana, Siete Palmas, Candelaria y San Antonio tienen una tasa moderada de mortalidad natural de 1.6%, tasa de mortalidad causada por el aprovechamiento forestal de 2.3%. El reclutamiento de 0,6% lo constituye como el segundo tipo de bosque mas dinámico, responde mejor a las intervenciones de aprovechamiento forestal, las especies reclutas mas comunes son la Copa (*Iriartea deltoidea*), el Palo Agua (*Siparuna decipens*), Coloradillo (*Hyeronima alchorneoides*), Isigo (*Matayba sp.*), Ojoso (*Celtis schippii*) y Pacay Blanco (*Inga thibaudiana*).
2. En comparación con el **bosque mediano con presencia de tacuaral de llanura**, ubicado en la ASL Caoba, se registró una tasa de mortalidad natural de 2.9% y un reclutamiento de 0.6% semejante al anterior tipo de bosque. En este tipo de bosque no se registraron indicios de aprovechamiento forestal dentro la parcela. Las especies reclutas más comunes son el Ojoso (*Celtis schippii*) y el Cabeza de Mono (*Apeiba membranacea*).
3. Los **bosques medianos con sartenejal o mal drenados**, ubicados en la TCO “AGROFOR”, la tasa de mortalidad natural fue de 2.2%, una tasa de mortalidad causada por el aprovechamiento forestal de 4.8%. Esta tasa es semejante a los valores calculados en los *bosques medianos estacionalmente inundados*. El reclutamiento alcanzó a 0.8%. Estos bosques también sufrieron una intervención después de la instalación de las parcelas, las principales especies reclutas son el Asai (*Euterpe precatória*) Chamane (*Poulsenia armata*), Punero (*Pentaplaris davidsmithii*), que son especies comerciales, la Chirimoya Negra (*Duguetia quitarensis*) sin valor comercial.
4. La tasa de mortalidad natural 3.3%, mortalidad causada por el aprovechamiento forestal de 4.5 % y un reclutamiento de 1.4 % se registran en los **bosque medianos estacionalmente inundados**, según algunos antecedentes estos bosques tuvieron intervenciones antrópicas en épocas pasadas; sin embargo, en el año 2002 volvieron a ser intervenidos. Este tipo de bosque se encuentra en un proceso de recuperación con nuevos individuos, las especies reclutas principalmente son especies pioneras como el

Sauco (*Zanthoxylum sp*) con valor comercial, la palmera de Asai (*Euterpe predatoria*) y el Pacay Blanco (*Inga thibaudiana*), especies de poco a sin valor comercial.

A continuación presentamos un cuadro de resumen de los resultados por tipos de bosque, considerando el porcentaje de intervención del aprovechamiento forestal, la mortalidad, el reclutamiento y el Incremento Corriente Anual Promedio (ICA) de los cuatro tipos de bosque dentro de la formación del Bosque Preandino Amazónico.

Tabla 13. Resumen de los resultados de la dinámica sucesión del bosque Preandino Amazónico.

Tipos de Bosque	(%) Aprov.	ICA (cm/año)	Mortalidad General (%)	Reclutamiento (%)
Bosques medianos estacionalmente inundados	27	0,54	8,3	1,4
Bosques altos de suelos bien drenados	15	0,50	4,1	0,6
Bosques medianos con sartenejal o mal drenados	8	0,36	7,4	0,8
Bosques medianos con presencia de tacuaral de llanura	0	0,38	2,9	0,6
TOTALES	12	0,46	5,7	0,9

En la tabla anterior observamos que los *bosques medianos estacionalmente inundados*, sufrieron un impacto con un porcentaje de aprovechamiento forestal de 27 %; entonces el ICA es mayor y por lo tanto la mortalidad y el reclutamiento de nuevas especies. En relación al bosque considerado sin intervención como (*Bosques medianos con presencia de tacuaral de llanura*) las tasas de incrementos son bajas y obviamente la mortalidad y el reclutamiento de nuevas especies.

V. CONCLUSIONES

A partir del estudio de evaluación de la dinámica de sucesión de especies arbóreas a través del análisis de parcelas permanentes de monitoreo, en agrupaciones sociales del lugar (ASL) y tierras comunitarias de origen (TCO), en los municipios de Ixiamas y San Buenaventura (Tumupasa), del departamento de La Paz, se llegó a las siguientes conclusiones:

Ü Los árboles en la región de Ixiamas y Tumupasa tienen un crecimiento medio de 0.46 cm/año, una tasa anual de mortalidad natural de 2.5 %, una mortalidad causada por el aprovechamiento forestal de 2,9 % y un reclutamiento de 0.9 %. Esta tasa es similar a las tasas encontradas en bosques tropicales húmedos, pero más alta en relación a otros sitios dentro del mismo Bosque Preandino Amazónico y otras formaciones boscosas en Bolivia.

Aprovechamiento forestal:

1. Las intervenciones causadas por el aprovechamiento forestal, considerando el número de árboles con características comerciales y poco comerciales superiores al (DMC) por hectárea, alcanzan a un 12 % en promedio, es decir de 13 árboles/ha que se pueden aprovechar, solo se llegan a extraer 2 árboles equivalente a 25 m³-rola, en muchos casos son especies que tienen un mayor tamaño y volumen, es decir árboles emergentes, que al realizar el aprovechamiento y sus operaciones, queda perturbado el ecosistema como es el caso de la TCO "AGROFOR", probablemente este tipo de bosques presenta una mayor fragilidad en su ecosistema.
2. Se encontró aproximadamente 561 árboles/ha. con DAP \geq 10 cm. de los cuales el daño causado sobre la masa remanente durante el apeo y arrastre es de 65 árboles/ha, equivalente a un 12 %. Concluyendo que estos bosques a pesar que no se extraen en gran magnitud, los impactos sobre la masa remanente merecen atención inmediata y tienen su efecto directo sobre la dinámica.

3. Por otro lado, se ha podido observar en el campo, una gran cantidad de productos forestales no maderables, como las palmeras (Asai, Pachuca y Copa), la Jatata y el tacuarembó, que son perjudicados durante las operaciones de aprovechamiento.

Indicadores de la dinámica (ICA, Mortalidad y Reclutamiento):

4. Mediante el análisis del incremento corriente anual por categorías diamétricas para todas las especies arbóreas, el incremento se manifiesta en dos direcciones, constituyéndose en una función cuadrática y que además tienen tres fases: una fase joven con muy poco incremento, la segunda fase, con incremento acelerado y una tercera fase, con incremento en reducción originada por la edad de los árboles que concluye con la muerte por vejez (Fig.18).

Ø Dentro de los cuatro tipos de boques estudiados se distinguen dos grupos principales según la prueba de Tukey (comparación de medias ANOVA) al 95 % de probabilidad ($P > 13.291$). El primer grupo corresponde a los **“Bosques altos con suelos bien drenados”**, que comprenden las ASL de Copacabana, Candelaria, Siete palmas, San Antonio, y los **“Bosques medianos estacionalmente inundados”**, que se encuentran en la TCO San Pedro, estos bosques son los que fueron impactados en mayor escala por el aprovechamiento selectivo de especies forestales comerciales. Actualmente son los más dinámicos dentro de la ecoregión, están incrementando sus diámetros a ritmos más acelerados, las tasas de mortalidad fueron mayores y por ende el reclutamiento. Estas especies reclutas que se incorporan a la masa forestal son especies heliofitas (pioneras de ciclo corto), sin valor comercial, es muy probable que estos bosques se encuentren en la primera etapa de sucesión de la dinámica. Se espera que en los próximos años estas especies reclutas sean remplazadas por especies heliofitas durables, esciofitas y así sucesivamente hasta volver a un bosque clímax o maduro.

Ø Por otro parte tenemos a los **Bosque mediano con presencia de tacuaral de llanura** que se encuentran en la ASL, Caoba, que en nuestro estudio fue considerado como un bosque no intervenido, no presenta ninguna señal de intervención. Dentro de este grupo

también se encuentran los *Bosques medianos con sartenejal o mal drenados*, en la TCO “AGROFOR” con una intervención considerable. De la misma forma las tasas de mortalidad y el reclutamiento son mas bajas. Es necesario especificar que este ultimo tipo de bosque a pesar de ser intervenido no se esta recuperando, por lo tanto se debe estudiar formas de enriquecimiento. Por otro lado, se ha podido observar, que el mayor daño fue causado por el trazado de una pista de arrastre que pasa por un extremo de la parcela de muestreo con profundas huellas de la maquinaria, es muy probable que estas operaciones estén perjudicando en mayor escala a la recuperación de este bosque.

5. Del mismo análisis realizado según las categorías diamétricas, se calculó el tiempo de paso, tiempo que tardaría en promedio un árbol en pasar de una clase a la siguiente. En la estimación mediante la curva de ajuste del ICA-Promedio, se deduce, para que un árbol llegue a tener un diámetro mínimo de corta (DMC) de 50 cm, como expresa la Norma Técnica 248/98, se tiene que esperar 75 años.
6. Mediante el análisis porcentual (%), de la mortalidad y el reclutamiento, cada bosques presenta su dinamismo dependiendo del grado de intervención y el tiempo en que fueron intervenidos, hay bosques mas antiguos en cuanto a su intervención, como los *Bosques medianos estacionalmente inundados* que en los años 90 sufrieron una intervención y nuevamente en los años 2002, en la actualidad son los más dinámicos. Probablemente las condiciones de sitio, sea un factor muy importante que le favorece en mayor escala en sus etapas de sucesión. Sin embargo, sigue siendo un punto de atención poder entender el hecho de que hay un mayor % de muertos naturalmente, que los nuevos individuos reclutas en la masa forestal. Es preciso entender este mecanismo de la dinámica, dividido a que gran parte de su vida las especies tienen que luchar por alimentarse de nutrientes, minerales, luz, etc. Llegando al final pocas especies que van a ocupar el dosel superior del bosque.

-
7. Con este análisis de las intervenciones del aprovechamiento forestal sobre la dinámica de sucesión (Incremento Corriente Anual cm/año, Mortalidad y el Reclutamiento), rechazamos nuestra hipótesis nula y aceptamos la alternativa, sosteniendo que las intervenciones del aprovechamiento forestal es relevante con respecto de la dinámica de sucesión de los árboles, varia de un sitio a otro aunque estos se encuentren en mismo tipo de bosque, por mas menores que sea el % de las intervenciones del aprovechamiento forestal, tiene su efecto directo, sin embargo la fragilidad que presenta cada bosques debe ser considerado, al realizar un aprovechamiento forestal.

VI. RECOMENDACIONES

Las recomendaciones que deben ser tomadas en cuenta en estudios posteriores respecto a la dinámica en parcelas permanentes de monitoreo y sus respectivos efectos del aprovechamiento forestal, se desglosan a continuación para futuras investigaciones en los siguientes aspectos:

1. Continuar y dar regularidad a las acciones de monitoreo de la vegetación en las parcelas permanentes de monitoreo convencionales, instaladas en las Asociaciones Sociales del Lugar (ASL) y Tierras comunitarias de origen (TCO).

a). Metodología

2. Para las posteriores instalaciones de PPM en AAA, se debe tomar en cuenta la accesibilidad, es decir, que se tenga caminos permanentes para monitoreo.
3. Mejorar la metodología de la numeración de los nuevos individuos reclutas, que se realice por subparcelas y no en forma correlativa como se encuentran en la actualidad.

b).- Aprovechamiento Forestal

4. Se sugiere capacitar mejor al personal de monte durante las operaciones de apeo (Tala dirigida) y arrastre, de esa forma no perjudicar a especies que se encuentran en el sotobosque con características comerciales.
5. Buscar una forma de aprovechamiento, de los productos forestales no maderables principalmente en los *bosques altos de suelos bien drenados*, como las palmeras (Asai, Pachuba y Copa) y Jajatas (*Geonoma deversa*). En los *bosques medianos con presencia de tacuaral de llanura* (ASL Caoba) el Tacuarembó, debido a que se ha podido observar en el campo una gran cantidad y variedad.

6. Se sugiere, realizar estudios que permitan ver la densidad y proponer la utilización de los productos forestales no maderables, podría ser una alternativa de utilización para generar ingresos económicos a los usuarios del bosque, en tanto se cumpla el ciclo de corta.

c). ICA, Mortalidad y Reclutamiento

7. Promover estudios de caracterización para diferenciar gremios ecológicos de las diferentes especies.
8. Realizar estudios de aplicación de diferentes tratamientos silviculturales para ver la respuesta del bosque a estos tratamientos, es decir estudiar formas de enriquecimiento principalmente para los “*Bosques medianos con presencia de tacuaral de llanura y bosques medianos con sartenejal o mal drenados*”, de lo contrario estos bosques se volverán más pobres.
9. Para determinar los diámetros mínimos de corta (DMC) se debe realizar estudios por especie.
10. Se sugiere, aumentar el número de parcelas, para obtener un mayor número de muestras en todas las clases diamétricas para estudios posteriores.

VII BIBLIOGRAFÍA

- AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON (JICA).1992. Estudio de administración de recursos forestales en la Provincia Iturrealde del Departamento de la Paz. *Informe final*. Agencia de Cooperación Internacional del Japón.
- BACH PLANA EDUARD, 2000. Introducción a la ecología y la dinámica del bosque tropical; *Artículo científico*. Centro tecnológico forestal de Cataluña. Universidad Autónoma de Barcelona-España. Pag.6.
- BALCAZAR RODRIGUEZ JULIO, 2003; Estructura y Composición Florística de los tipos de Bosque e Instalación de Parcelas Permanentes en Agrupaciones Sociales del Lugar (ASL) del Municipio de IXIAMAS-LA PAZ; *Documento Técnico # 122*; Proyecto BOLFOR, Santa Cruz Bolivia.
- BOLFOR; PROMABOSQUE 1999. Guía para la Instalación y Evaluación de Parcelas Permanentes de Muestreo (PPMs). Santa Cruz, Bolivia
- BOLFOR; VALERIO JUVENAL y SALAS CINTHIA, 1997. Selección de Practicas Silviculturales para Bosques Tropicales. Santa Cruz, Bolivia.
- BUDOWSKI GONZALO. 1965. Especies forestales en procesos sucesionales. *Mag. Turrialba* 15(1): 40-2.
- COPA, D. 1998. Efectos de la Inseguridad en la Tenencia de la Tierra Sobre la Conservación de los Recursos Naturales en Comunidades Tacanas en el Norte de La Paz. *Tesis de Maestría*. Universidad Católica Boliviana. La Paz.
- FINEGAN BRYAN, 1992. El potencial de manejo de los bosques húmedos secundarios neotropicales de las tierras bajas. *Col. Silvicultura y Manejo de Bosques Naturales* N°5. CATIE, Turrialba, C.R. Pag. 29.
- FREDERICKSEN S. TODD, 1998. Limitaciones del aprovechamiento selectivo de baja intensidad para le manejo forestal sostenible en el trópico *Documento Técnico 68/1998*. Proyecto BOLFOR, Santa Cruz Bolivia.
- FREDERICKSEN T, CONTRERAS F. y PARIONA W. 2001; Guía de Selvicultura Para Bosques Tropicales de Bolivia; *Texto*; Proyecto BOLFOR, Santa Cruz – Bolivia.
- HERNANDEZ LIONEL Y ORTIZ YAQUELINE, 2004. Avances del estudio sobre la dinámica de bosques a lo largo de un gradiente climático entre sierra de Lema y la gran Sabana; *Artículo*, Congreso Foresta Venezolano. Pág. 2.
- HONORABLE CONGRESO NACIONAL DE BOLIVIA, 1996. LEY, Forestal N° 1700. Gestión. Gonzalo Sánchez de Lozada. Presidente Constitucional de la Republica.
- KILLEEN TIMOTHY J, GRACIA E, BECK G. STEPHAN 1993. Guía de Árboles de Bolivia; Herbario Nacional de Bolivia.
- LAMPRECHT HANS, 1990. Selvicultura en los Trópicos: Los ecosistemas forestales en los bosques tropicales y sus especies arbóreas; posibilidades y métodos para un aprovechamiento sostenido/por Hans Lamprecht.. *Texto* Gesellschaft fur Technische Zusammenarbeit (GTZ) GMBH.-Rossdorf: TZ-Verlin.
- LEAÑO C. y SARAVIA P 1998. Monitoreo de Parcelas Permanentes de Medición en el Bosque Chimanes Santa Cruz Bolivia. *Documento Técnico # 67*; Proyecto BOLFOR, Santa Cruz Bolivia.

- LOZADA RAFAEL JOSE Y ARENDS ERNESTO, 2000. Impacto a diferentes intensidades de aprovechamiento forestal sobre la masa remanente, en la estación experimental CAPARO. *Crónica Forestal*. Universidad de los Andes Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales Mérida-Venezuela.
- NEBEL, G., L. P. KVIST, J. K. VANCLAY Y H. VIDAURRE. 2001. Forest dynamics in flood plain forests in the Peruvian Amazon: effects of disturbance and implications for management. *Forest Ecology and Management* 150:79-92.
- NINO IGANCIO MARIO, 1999. Terminología forestal practica (Con énfasis para Bolivia) *Serie Técnica IV*. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO); La Paz-Bolivia.
- MANZANERO M., ANTONIO, 2003. Importancia de las parcelas permanentes de muestreo, en el manejo forestal sostenible y en la certificación forestal y otras alternativas en la metodología de parcelas permanentes de muestreo. *Taller de monitoreo de la respuesta dinámica del bosques*; Proyecto BIOFOR; Santa Elena, Peten-Guatemala. 3 p.
- MONTES DE OCA IGNACIO, 1997. Geografía y Recursos Naturales de Bolivia. Tercera Edición. La Paz – Bolivia.
- MINISTERIO DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y PLANIFICACION (MDSP), 1998. Normas Técnicas para la elaboración de instrumentos de manejo forestal (inventarios, planes de manejo, planes operativos, mapas) en propiedades privadas o concesiones con superficies mayores a 200 hectáreas. *Resolución Ministerial No 248/98*. Ministerio de Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente, la Paz. Bolivia.
- OCHOA JOSE 1998. Análisis preliminar de los efectos del aprovechamiento de maderas sobre la composición y estructura de bosques en la Guayana Venezolana; Documento Científico VOL.23 N°4; Asociación Venezolana para la Conservación de Areas Naturales (ACOANA). Caracas-Venezuela.
- PLANA, E., MEYA, D. 2000. La certificación forestal como instrumento de política forestal. Hacia una gestión sostenible de los bosques. *IV Forum de Política Forestal. Centre Tecnològic Forestal de Catalunya. Solsona abril 1999*.
- POORTER L, BOOT R, HAYASHIDA Y, LEIGUE J, PEÑA M. y ZUIDEMA PIETER 2001. Estructura y Dinámica de un Bosque Húmedo Tropical en el Norte de la Amazonia Bolivia. *Informe Técnico # 2*; Programa de Manejo de Bosque en la Amazonia Boliviana (PROMAB) Riberalta – Beni – Bolivia.
- RAMIREZ H.; TORREZ A. y SERRANO J. 2002. Mortalidad y reclutamiento en un bosque nublado de la cordillera de los Andes, Venezuela. *Ecotrópicos* 15 (2): 177-184. Sociedad Venezolana de Ecología.
- SANDOVAL, MORON. ANA, 2006. Caracterización de Demanda de Iluminación de Especies Heliofitas durables en un Bosque Húmedo Tropical en Santa Cruz; *Tesis de Licenciatura*. Universidad Autónoma Gabriel Rene Moreno Santa Cruz-Bolivia.
- SUPERINTENDENCIA FORESTAL (SIF), 2005. Listado de Áreas bajo Planes de Manejo Forestal, planillas de Volúmenes Autorizados en Los Municipios de Ixiamas y San Buenaventura. Superintendencia Nacional Santa Cruz Bolivia. *Archivos*.
- TOLEDO M, LICONA J. C, LEAÑO C, ALARCON A, MOSTACEDO B, PEÑA-CLAROS M; 2005. Red Nacional de Parcelas Permanentes “Protocolo de Trabajo”. *Instituto Boliviano de Investigación Forestal (IBIF)*, Santa Cruz Bolivia.

USLAR V. YNES., MOSTACEDO B. y M. SALDIAS, 2004; Composición, estructura y dinámica de un bosque seco semideciduo en Santa Cruz, Bolivia. *Artículo Científico*. Ecología en Bolivia, 39 (1): 25-43, julio de 2004.

USLAR V. YNES. 2003. Composición, Estructura y Dinámica de un Bosque Seco Semideciduo en Santa Cruz, Bolivia; Documento *Técnico # 144*; Proyecto BOLFOR, Santa Cruz Bolivia.

VALERIO JUVENAL, 1997. Informe de consultaría crecimiento y rendimiento. Documento *Técnico # 51*; Proyecto BOLFOR, Santa Cruz Bolivia.

VEGA LONDOÑA, C. ANA y ROJAS JIMENES, M. ELIANA, 1999. Efectos del Tiempo Entre los Censos Sobre la Estimación de las Tasas Anuales de Mortalidad y Reclutamiento de Árboles (periodos de 1, 4 y 5 Años). *Crónica Forestal y del Medio Ambiente; Notas divulgativas diciembre*, Vol. 14 numero 1. Universidad Nacional de Colombia.

WILLIAMS LINERA, 1996. Crecimiento diamétrico de árboles caducifolios y perennifolios del bosque mesófilo de montaña en los alrededores de Xalapa. Departamento de Ecología Vegetal. Instituto de Ecología, A.C. Apdo. Postal 63. 91000 Xalapa, Ver. México.

SITIOS WEB CONSULTADOS

<http://www.ibifbolivia.org.bo>.

<http://www.sforestal.gov.bo>.

GLOSARIO DE SIGLAS

AAA:	Área Anual de Aprovechamiento
ABD:	Área basal del diámetro
ASL:	Asociaciones Sociales del Lugar
BASBD:	Bosques Altos de Suelos Bien Drenados
BMEI:	Bosques Medianos Estacionalmente Inundados
BMPTLL:	Bosques Medianos con Presencia de Tacuaral de Llanura
BMSoMD:	Bosques Medianos con Sartenejal o mal Drenados
DAP:	Diámetro Altura Pecho
DMC:	Diámetro Mínimo de Corta
HC:	Altura comercial
ICA:	Incremento Corriente Anual
PPM:	Parcela permanente de monitoreo
SIF:	Súper Intendencia Forestal
TCO:	Tierras Comunitarias de Origen
VC:	Volumen Comercial

ANEXOS

ANEXO 1. Formulario para registrar los datos de campo utilizado para la evaluación de las parcelas convencionales.

EVALUACION DE PARCELAS CONVENCIONALES

Nombre del evaluador..... Nombre del (o) matero (s).....

Parcela	Empresa	Ubicación (AAA)	Fecha de medición	Número de medición	H. inicio:
.....	.....	.....	.....	.....	H. final:
Coordenadas UTM	X:	Y:	Altitud (z):	Zona Geog:	

Sub-par	Placa	Cate	Nombre Común	X	Y	DAP (1)	DAP (2)	PC (1)	PC (2)	FC (1)	FC (2)	IB (1)	IB (2)	B % (1)	B % (2)	Sa-arb	San-fus	Observaciones
0:0	1																	

Fuente: Toledo et al, 2005

ANEXO 2. Formulario para registrar los datos de campo de nuevos individuos “RECLUTAS”.

FORMULARIO DE ÁRBOLES “RECLUTAS”

Nombre del evaluador..... Nombre del (o) matero (s).....

Parcela	Empresa	Ubicación (AAA)	Fecha de medición	Número de medición	H. inicio:
.....	.....	.....	.....	.....	H. final:

Sub-par	Placa	Cate	Nombre Común	X	Y	DAP	hmed	cal	HT	HC	PC	FC	IB	B %	Sa-arb	San-fus	Observaciones

Fuente: Toledo et al, 2005

“Evaluación de la dinámica de árboles a través del análisis de parcelas permanente de monitoreo en ASLs y TCOs de los municipios de Ixiamas y San Buenaventura-La Paz”.