

Estructura y composición de bosques montanos
subtropicales y sus implicaciones para la conservación y el
manejo de los recursos forestales en la serranía del Ñao, Bolivia

MARTHA SERRANO PACHECO

Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza
CATIE



PROGRAMA DE EDUCACION PARA EL DESARROLLO Y LA CONSERVACION
ESCUELA DE POSGRADUADOS

ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN DE BOSQUES MONTANOS SUBTROPICALES
Y SUS IMPLICACIONES PARA LA CONSERVACIÓN Y EL MANEJO DE LOS
RECURSOS FORESTALES EN LA SERRANÍA DEL IÑAO, BOLIVIA

Tesis sometida a la consideración de la Escuela de Posgraduados, Programa de Educación para el Desarrollo y la Conservación del Centro Agronómico tropical de Investigación y Enseñanza, como requisito parcial para el grado de:

Magíster Scientiae

Por

Martha Serrano Pacheco

Turrialba, Costa Rica

2003

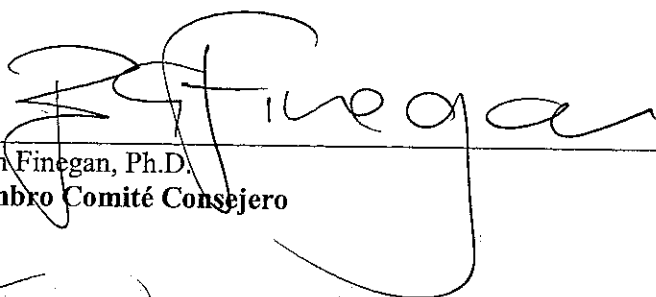
Esta tesis ha sido aceptada en su presente forma por el Programa de Educación para el Desarrollo y la Conservación y la Escuela de Posgrado del CATIE y aprobada por el Comité Consejero del Estudiante como requisito parcial para optar por el grado de:

MAGISTER SCIENTIAE

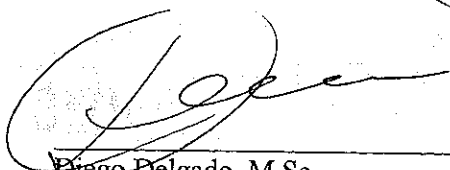
FIRMANTES:



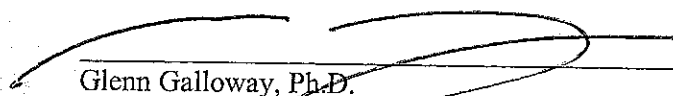
Bastiaan Louman, M.Sc.
Consejero Principal



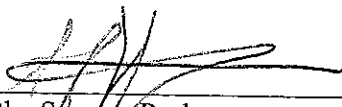
Bryan Finegan, Ph.D.
Miembro Comité Consejero



Diego Delgado, M.Sc.
Miembro Comité Consejero



Glenn Galloway, Ph.D.
**Director Programa de Educación y
Decano de la Escuela de Posgrado**



Martha Serrano Pacheco
Candidata

DEDICATORIA

Con gratitud y cariño a mis queridos hermanos (as),
de quienes siempre recibí aliento y constante apoyo
en los logros de mi vida.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue una contribución del Museo Historia Natural del Museo de Historia Natural Noel Kempff Mercado y el proyecto de entrenamiento y capacitación financiado por la Christensen Foundation, que se ejecuta a través del Missouri Botanical Garden. Agradezco al Ph.D. Steven Churchill por la buena predisposición y aceptación para apoyar la ejecución de esta investigación.

Mi agradecimiento a la Organización de estados Americanos (OEA), Programa de becas PRA.

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a M.Sc. Bastiaan Louman, por su valioso asesoramiento, constante apoyo, paciencia y amistad como profesor consejero. A los demás miembros revisores de mi comité de tesis por sus valiosos aportes y comentarios, M.Sc. Diego Delgado, Ph.D. Bryan Finegan y a la Ph.D. Celia Harvey.

Al Ph.D. Stephan Beck, mi asesor en Bolivia por su contribución en la elaboración de la tesis. A los investigadores y personal del Herbario Nacional de Bolivia (LPB), Herbario Chuquisaca (HSB), Herbario Regional del Oriente Boliviano (USZ), agradezco su amistad y apoyo.

Al M.Sc. Jaime Terán por sus comentarios, y sugerencias en la preparación y análisis de datos.

A los funcionarios administrativos de la Superintendencia Forestal y Prefectura de Chuquisaca, Gobiernos Municipales de Monteagudo y Villa Vaca Guzmán por facilitarnos la realización de este trabajo.

A los pobladores de las comunidades de Ticucha y Los Pinos por su ayuda en el trabajo de campo. Mi reconocimiento por el esfuerzo físico desmedido y la valentía de mis colaboradoras Jeannette Villalobos y Julia Gutiérrez.

A los directores de la oficina de Ordenamiento Territorial de la Prefectura de Chuquisaca (ex-ZONISIG), por permitirme el acceso a su base de datos, la elaboración de mapas, y préstamo de imágenes Satelitales y fotografías aéreas.

A mis queridas amigas Pilar Márquez en CATIE y Virginia Quezada en Bolivia, por su constante apoyo y ánimo invaluable en los momentos más difíciles del periodo de estudio. A todas las chicas del Andino 2002-2003, gracias por la compañía.

Gracias, Dios mio! por permitirme conocer algo más de lo que posee el grandioso:

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 OBJETIVOS.....	4
1.2 HIPÓTESIS.....	4
2. REVISIÓN DE LITERATURA	5
2.1. Los Bosques Neotropicales Montanos	5
2.1.1 Composición florística y estructura	5
2.2 Los bosques de "yungas" y la formación Tucumano-Boliviano	7
2.3 Aspectos generales sobre estudios de vegetación.....	8
2.4 El ambiente físico y la vegetación	10
2.4.1 Gradientes ambientales.....	10
2.5 Asociaciones vegetales.....	13
2.6 Estudios realizados en bosques montanos subtropicales de Argentina y Bolivia.....	13
3. MATERIALES Y METODOLOGÍA	15
3.1 Área de estudio.....	15
3.2 Metodología	17
3.2.1 Población y Tamaño de Muestra	17
3.2.2 Establecimiento de parcelas y recolección de datos.....	19
3.2.3 Atributos y variables medidos en las parcelas.....	20
3.2.5. Criterios de selección de especies de importancia comercial y para la conservación.....	21
3.3 Análisis de datos	22
3.3.1 Clasificación y Ordenación de la Vegetación.....	22
3.3.2 Caracterización de las asociaciones de bosques	28
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	30
4.1 Descripción florística del área de estudio	30
4.2. Clasificación y ordenación de la vegetación	30
4.2.1 Análisis de conglomerados.....	30
4.2.2 Análisis de correspondencia de la composición de especies.....	35
4.2.3 Análisis discriminante de factores ambientales y especies.....	38
4.2.4 Análisis directo de gradientes ambientales.....	43
4.2.5 Clasificación de las asociaciones de bosques	47
4.3 Diversidad, composición y estructura de los tipos de bosques	52
4.3.1 Riqueza y diversidad de especies	52
4.3.2 Composición florística	58
4.3.2 Estructura.....	66
4.4 Estructura de poblaciones de especies importantes.....	74
4.5. Volúmenes disponibles para el aprovechamiento	81

4.6	Discusión	86
5.	CONCLUSIONES.....	98
6.	RECOMENDACIONES.....	100
7.	BIBLIOGRAFÍA.....	101
8.	ANEXOS	101

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Zonación altitudinal de los bosques montanos subtropicales de Argentina y Bolivia.....	9
Cuadro 2. Análisis de parcelas extrañas, en 48 parcelas de 0.25 en las vertientes Este y Oeste de la Serranía del Iñao.....	31
Cuadro 3. Posición discriminante de las principales variables ambientales y factores de sitio, de 40 parcelas en la vertiente Este de la Serranía del Iñao, Bolivia.....	39
Cuadro 4. ANDEVA y Prueba de Tukey de factores ambientales y de sitio de 40 parcelas en la vertiente Este de la Serranía del Iñao.....	41
Cuadro 5. Posición discriminante de las principales especies, en la Serranía del Iñao, Bolivia.....	42
Cuadro 6. Tabla Fitosociológica.....	49
Cuadro 7. Diversidad de especies en 48 parcelas de 0.25 ha en la Serranía del Iñao, Bolivia.....	56
Cuadro 8. Índice de similaridad de Czekanowski entre los 5 tipos de bosques, para una muestra de 1.75 ha.....	66
Cuadro 9. Parámetros estructurales de cuatro tipos de bosques N, G, V y H, de Individuos \geq 10 cm DAP.....	68
Cuadro 10. Variación de la abundancia (N) por clase diamétrica de especies \geq 10 cm DAP, en cinco bosques de la Serranía del Iñao.....	73
Cuadro 11. Variación de la dominancia (G) por clase diamétrica de especies \geq 10 cm DAP, en cinco bosques de la Serranía del Iñao.....	74
Cuadro 12. Especies arbóreas seleccionadas de importancia económica y para la conservación en la Serranía del Iñao.....	75
Cuadro 13. Volúmenes disponibles de especies potenciales \geq 50 cm de DAP, por tipo de bosque. Serranía del Iñao, Bolivia.....	84

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de Ubicación de la Serranía del Iñao. Departamento de Chuquisaca, Bolivia..	16
Figura 2. Topografía y perfil de elevación de la Serranía del Iñao, Bolivia.....	18
Figura 3. Análisis de conglomerados. Dendrograma de similitud de la vegetación basado en los IVIs de árboles ≥ 10 cm y de frecuencia ≥ 3 , en 48 parcelas de 0.25 ha.....	32
Figura 4. Análisis d conglomerados. Dendrograma de similitud de la vegetación basado en los IVIs de árboles ≥ 10 cm, de frecuencia ≥ 3 , en 40 parcelas de 0.25 ha.....	34
Figura 5. DECORANA Ordenación de a. Sitios de las parcelas. b. Las cinco especies más abundantes en las parcelas. Basado en el IVI de árboles ≥ 10 cm en 48 parcelas de 0.25 ha.....	37
Figura 6. Ejes canónicos discriminantes para variables ambientales y factores de sitio.....	40
Figura 7. Análisis directo de Gradientes. Método <i>Fuzzy</i> . 40 parcelas de la vertiente E. Gradiente de vegetación asociado con la altitud.....	44
Figura 8. Análisis directo de Gradientes. Método <i>Fuzzy</i> . 40 parcelas de la vertiente. Gradiente de vegetación asociado con el pH.....	45
Figura 9. Análisis directo de Gradientes, Método <i>Fuzzy</i> . 40 parcelas de la vertiente E. Gradiente de vegetación asociado con profundidad de suelo.....	46
Figura 10. Análisis directo de Gradientes. Método <i>Fuzzy</i> . 40 parcelas de la vertiente E. Gradiente de vegetación asociado con la pendiente.....	47
Figura 11. Vegetación de la Serranía del Iñao. Tipos de bosques. Vertiente Este y Oeste de la serranía del Iñao.....	51
Figura 12. Familias Géneros y Especies en cinco Bosques Subtropicales de la Serranía del Iñao, Bolivia.	53
Figura 13. Curvas de acumulación de Especies-Área, de cinco tipos de bosques en la Serranía del Iñao, Bolivia.....	54
Figura 14. Curvas de acumulación de Especies-Individuos, de cinco tipos de bosques en la Serranía del Iñao. Bolivia.....	54
Figura 15. Curva de acumulación de Familias-Individuos de cinco bosques en la Serranía del Iñao, Bolivia.....	55
Figura 16. Diez familias con mayor número de especies y sus géneros en 12 ha de Bosques Subtropicales de la Serranía del Iñao, Bolivia.....	58

Figura 17. Diez familias más ricas en especies y su relación con el número de géneros, en bosques de la Serranía del Iñaño, Bolivia.....	61
Figura 18. Especies de los 5 bosques con los primeros 10 IVIs más altos.....	63
Figura 19. Familias de 5 tipos de bosques de la serranía del Iñaño con los 10 FIV más altos...	64
Figura 20. Distribución de individuos ≥ 10 cm por clase diamétrica, en los 5 tipos de bosques, en la Serranía del Iñaño.....	70
Figura 21. Distribución del área basal (G) por clase diamétrica, en cinco bosques de la Serranía del Iñaño, Bolivia.....	71
Figura 22. Abundancia (N), Área Basal (G) y Volumen (V), por tipo de bosque. DAP ≥ 10 cm..	72
Figura 23. Distribución por clases diamétricas de la abundancia (N) de 14 especies de importancia económica y florística ≥ 10 cm DAP y sus variaciones con la altitud en 4 tipos de bosques, en la Serranía del Iñaño.....	79
Figura 24. Volúmenes (m ³ /ha) de especies de interés (DAP ≥ 50 cm) en los 5 tipos de bosques de la Serranía del Iñaño.....	82

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Parámetros ambientales y factores de sitio evaluados en el campo.....	112
Anexo 3. Lista de plantas coleccionadas en la Serranía del Iñaño, Bolivia.....	114
Anexo 4. Análisis de parcelas extrañas.....	118
Anexo 5. Diagrama decorana, valores vectoriales de los ejes.....	119
Anexo 6. Análisis canónico discriminante.....	121
Anexo 7. Tablas resúmenes estructurales de cinco tipos de bosques.....	123
Anexo 8. Tablas de contingencia (Chi-Cuadrado).....	133
Anexo 9. Parámetros dasométricos por tipo de Bosque.....	138

Serrano, M. 2003. Estructura y Composición de Bosques Montanos Subtropicales y sus Implicaciones para la Conservación y el Manejo de los Recursos Forestales en la Serranía del Iñaño, Bolivia.

Palabras claves: gradiente altitudinal, composición florística, estructura de bosque, bosque montano.

RESUMEN

En Chuquisaca, la zona subandina conserva los bosques subtropicales de mayor importancia del departamento, que corresponden al piso inferior de la formación Tucumano Boliviano. No obstante estos bosques incluidos en su totalidad dentro del área de inmovilización "Serranía del Iñaño", requieren de bases técnicas para su conservación y manejo, en términos de definir especies y hábitats que son consideradas en peligro o más bien cuyas poblaciones muestran características aptas para su manejo. El presente estudio tuvo el fin de conocer la composición florística y estructura de estos bosques en dos vertientes de la Serranía del Iñaño.

Se recolectaron datos cuantitativos y cualitativos en 48 unidades de muestreo distribuidas en intervalos de 200 m, ubicadas entre 1000 m y 1800 m de altitud. Las unidades de muestreo de 0.25 ha (50m x 50m) con 8 repeticiones por altitud, se localizaron sistemáticamente en sitios representativos y mejor conservados de la Serranía, ubicados con imágenes satélites Landsat TM, mapas de altitudes del área (ZONISIG 2001) e información de Superintendencia Forestal (SIF). En las unidades de muestreo se registraron individuos con DAP \geq 10 cm, incluyendo palmeras y lianas. Se registraron 139 especies arbóreas distribuidas en 61 familias, donde las familias con mayor riqueza de especies fueron Leguminosae, Myrtaceae, Lauraceae, Sapindaceae, Bignoniaceae y Rubiaceae.

Por su composición florística las parcelas muestreadas se agruparon en cinco tipos de bosques por medio de análisis de gradientes indirectos (Conglomerados y DECORANA) y directos (Análisis de Ordenación *Fuzzy*). El patrón de distribución de las especies más importantes (IVI), y su relación con características de sitio, mostró diferencias en los tipos de bosques en función a cambios altitudinales, indicando la existencia de un gradiente florístico altitudinal. Los bosques se ubicaron en cuatro puntos del gradiente altitudinal en la vertiente

Este y uno en la vertiente Oeste. Entre estos bosques se analizaron diferencias de riqueza, diversidad, composición florística y estructura con los cambios altitudinales y entre vertientes, además de diferencias estructurales en términos de densidad y área basal.

La diversidad florística de los bosques incrementó con la altitud entre 1100 - 1500 msnm, arriba de esta altitud tendió a disminuir, el bosque más diverso se ubicó a 1400 msnm. Estructuralmente los cinco bosques también mostraron diferencias con los cambios de altitud y entre vertientes. En los bosques ubicados a mayor altitud, son varias las especies características de bosques montanos que alcanzan índices de importancia y valores de área basal altos que son característicos de bosques montanos.⁷⁷

El análisis de poblaciones de catorce especies de importancia para la conservación y comerciales en función a parámetros estructurales (densidad, área basal y volumen), mostraron que el bosque ubicado a mayor altitud (1700 msnm), es más prioritario para su conservación y el bosque ubicado a 1100 msnm, por la presencia de especies potenciales, relativamente abundantes y con buenas distribuciones diamétricas como *Astronium urundeuva*, se prestan a un manejo con técnicas de bajo impacto. En función a estos resultados se sugieren opciones para el manejo y conservación de estos bosques montanos subtropicales que corresponden al piso inferior de la formación Tucumano Boliviano.⁷⁷

Serrano, M. 2003. Structure and composition of sub-tropical montane forests and its implication for the conservation and management of forest resources in the Serranía del Iñao, Bolivia.

Keywords: altitudinal gradient, floristic composition, forest structure, montane forest

SUMMARY

In Chuquisaca, the sub-Andean region encompasses the most important sub-tropical forests of the Department. These forests represent the lower altitudinal levels of the Bolivian Tucumano formation. Baseline information is required for the conservation and management of these forests, particularly as regards to defining endangered species and habitats or whose population structure permits their management. The principal objective of this study was to gain information on the floristic composition and forest structure of sites located on two slope areas of the Serranía del Iñao.

The scope of this research focused on the collection of quantitative and qualitative data in 48 plots, each distributed along 200 m intervals between the altitudes of 1000 and 1800 m above sea level (masl). The plots of 0.25 ha (50m x 50m), with eight repetitions per altitudinal range, were systematically placed in the best-conserved and representative sites, as determined from Landsat TM satellite images, altitudinal maps of the area (ZONISIG 2001) and additional information obtained from the Forestry Department (Superintendencia Forestal). In each plot, individuals with a DBH of ≥ 10 cm were recorded, including palms and lianas. A total of 139 tree species distributed in 61 families were found, where the families representing the greatest species richness were Leguminosae, Myrtaceae, Lauraceae, Sapindaceae, Bignoniaceae and Rubiaceae.

To determine the floristic composition, the plots were grouped into five forest types through an indirect gradient analysis (Conglomerates and DECORANA) and a direct gradient analysis (Fuzzy ranking). The distribution pattern of the most important species (Index value of importance IVI) and the characteristics of each site showed different forest types according to altitude, thus indicating the existence of a floristic altitudinal gradient. The forests investigated were located on four elevational points along the altitudinal gradient on

both the east-facing and west-facing slopes. The differences in richness, diversity, composition and structure according to altitudinal range and to orientation were analyzed, as well as the structural differences in terms of density and basal area.

Floristic diversity was shown to increase between 1100 and 1500 masl, above which the diversity tended to reduce, and; the most diverse forest was located at 1400 masl. Significant floristic and compositional differences were found in forest structure according to altitude and slope orientation. In forests located at higher altitudes, a number of species characteristic of montane forests were found with high importance index values and basal areas.⁷⁷

The analysis of the structural parameters (density, basal area and volume) of fourteen species with conservation and commercial importance was also carried out and indicated that the forest site located at 1700 m is of high conservation priority. In contrast the forest located at 1100 m is more suited to managed timber extraction under low impact regimes due to the relative abundance and favourable diameter distributions of high-value commercial species such as *Astronium urundeuva*. On the basis of these results, recommendations are presented for both the management and conservation of these montane subtropical forests.⁷⁷

1. INTRODUCCIÓN

Los estudios de composición florística y estructura de los bosques permiten establecer deducciones importantes acerca del origen, las características ecológicas, sinecológicas, la dinámica y las tendencias del posible desarrollo de las comunidades forestales, lo que a su vez es fundamental para comprender los diferentes aspectos ecológicos, incluyendo el manejo exitoso de los bosques (Dansereau 1951, Lamprecht 1962). Estas características permiten relacionar la dinámica que han experimentado los bosques y el que tendrían a futuro si son manejados sosteniblemente.

Una parte de los estudios realizados en bosques tropicales de Centro América y la Amazonía, han proporcionado información valiosa sobre los cambios de la estructura, diversidad, composición florística de los bosques tropicales con las actividades forestales (Delgado 1995, Finegan y Delgado 1999, Pérez 2000), además también cambios latitudinales de la composición estructura de los bosques (Pianka 1966, Quigley y Platt, 2003).

La acelerada destrucción de las zonas de montañas subtropicales cuyos ecosistemas especialmente complejos se encuentran dentro de las áreas que enfrentan serios problemas ecológicos (Young y Valencia 1992, Hamilton, 2001), ha conducido a un interés por desarrollar estudios cuantitativos en el bosque tropical montano (Churchill et al. 1995, Kappelle y Brown 2001), como investigaciones sobre la influencia de gradientes ambientales en los patrones estructura, composición, riqueza y diversidad de la vegetación en los bosques montanos (Gentry 1992, 1995, Kappelle et al. 1995, Brown 1995, Lieberman et al. 1996, Cuello 1997,).

El interés mundial para la conservación de los bosques montanos se debe a los valores de biodiversidad, endemismo, potencial biótico-genético, paisajes únicos, peligro de desertificación, y erosión de suelos (Chalukian 1991, Dinerstein et al. 1995), pero el más importante es el papel que juega en la regulación del régimen hídrico regional (Stadtmüller 1987). A diferencia de otros países andinos, Bolivia aún cuenta con extensas áreas de bosque montano húmedo de gran valor y potencial biológico y ecológico cuyo uso racional representa un gran desafío, a fin de evitar una pérdida de tales recursos (Kessler y Beck 2001).

Poco se conoce de la estructura y composición de los bosques montanos subtropicales de la formación Tucumano-Boliviano, que se extiende por el pie y laderas orientales de los Andes,

recorriendo aproximadamente 400 km desde el Norte Argentino hasta el Sur de Bolivia. A escala de paisaje, esta unidad biogeográfica es un mosaico de diferentes unidades de vegetación entre los que se destacan pastizales, arbustales dominados por compuestas y áreas con bosques densos (Cabrera y Willink 1973, Hueck 1978, Cabrera 1976)

Los estudios cuantitativos y cualitativos de estos bosques son por lo general muy escasos, aspecto que ha sido señalado en varias investigaciones. Las caracterizaciones de referencia son los realizados en Argentina, además de otros en Bolivia que aportaron en la caracterización de este tipo de vegetación regional y mundialmente importante (Beck 1993, Brown 1995, Schullenberg y Awdrey 1997, Terán 1997, Navarro 1997, Kessler y Beck 2001, Navarro y Maldonado 2003).

La Serranía del Iñao en el Departamento de Chuquisaca, Bolivia conserva grandes extensiones de bosques subtropicales de la formación Tucumano Boliviano casi continuos y poco impactados, habiendo sido identificada como área prioritaria de investigación por los estudios del Rapid Assessment Program (RAP) realizados por Conservation International (CI) (Foster y Vargas 1995 cit. por Schullemborg y Awdrey 1997). En si, son áreas poco amenazadas pero potencialmente vulnerables, cuyas presiones actuales no son lo suficientemente intensas como para degradar aceleradamente este ecosistema. Sin embargo, en la medida en que se halle desprotegida y contenga recursos naturales valiosos, se convierte en un área potencial para invasión de colonos, por tanto se hace más vulnerable a la degradación y destrucción en el futuro.

Haciendo referencia a la historia del uso de estos bosques subtropicales algunos sectores han estado y están expuestos a una constante y fuerte presión por la actividad forestal, ganadera y agrícola de la región principalmente debido a un creciente y constante proceso de colonización. Estos nuevos asentamientos ocasionaron problemas ambientales por el uso del fuego para la habilitación de nuevas tierras agrícolas y de pastoreo (ZONISIG 2000), lo que se ve magnificado por disturbios naturales como los muy frecuentes deslizamientos de ladera característica de este ecosistema (Grau y Brown 1995 a).

En este marco, se ha promovido la realización de acciones de prioridad para la conservación en la Serranía del Iñao, que conllevó a la declaración del área como "Reserva Natural de Inmovilización". Existe también un gran interés local y municipal en la conservación y adecuado

manejo de los recursos regionales (PLAFOR 1997, 1999; Prefectura de Chuquisaca 2001). Puesto que en el área de la serranía algunas comunidades recientemente asentadas, cuya actividad productiva es de tipo asociativo y familiar de subsistencia donde varias comunidades de colonos requieren urgentemente capacitación en técnicas actualizadas para un uso sostenible de los recursos naturales (ZONISIG 2001).

Respecto a la actividad forestal, en la actualidad, de acuerdo al último mapa forestal de Bolivia, los bosques subtropicales del subandino están en la zona de aprovechamiento forestal con "restricciones" (BOLFOR 2001). La extracción de madera es realizada por empresas madereras (aserraderos), por campesinos y por propietarios hacendados que optan por el aprovechamiento directo o por la venta del recurso (PDM 2001a,b). Los permisos de extracción comercial de madera y la habilitación de superficies cultivables que se dan frecuentemente son tramitados a través de la Superintendencia Forestal (SIF), mediante planes de manejo y desmonte. El proceso es controlado por esta institución, pero con mayor ímpetu por los propios habitantes de la zona, a través de sus dirigentes y representantes comunales (Prefectura de Chuquisaca 1999).

El presente estudio se enfoca en la caracterización, por su estructura, composición y diversidad florística de los bosques subtropicales de la Serranía del Iñaño, en el bosque Tucumano-Boliviano. Se considera en la clasificación de los bosques la variación de la estructura, diversidad y composición en relación al gradiente altitudinal, y según su posición en las vertientes Este y Oeste. Se estudia también la estructura de poblaciones de especies arbóreas de importancia económica y ecológica. Finalmente se discute como la integración de esta información puede contribuir al desarrollo de planes de manejo y conservación, monitoreo ecológico de actividades forestales, manejo de recursos forestales y de biodiversidad dentro de un marco de sostenibilidad de los recursos forestales y ecológicos en Bolivia.

1.1 OBJETIVOS

Objetivo General

Contribuir al conocimiento de los bosques montanos subtropicales de la región del subandino de Bolivia, correspondientes al piso inferior de la formación Tucumano–Boliviano en la Serranía del Iñao, como base para su conservación y manejo sostenible.

Objetivos Específicos

Caracterizar las asociaciones de bosques subtropicales de la formación Tucumano Boliviano en términos de su composición florística, estructura y condiciones de sitio en relación al gradiente altitudinal, en dos vertientes de la Serranía del Iñao.

Describir la estructura de poblaciones de especies arbóreas seleccionadas según su importancia económica y para la conservación en cada asociación de bosque.

Identificar opciones para la conservación y manejo de las diferentes asociaciones de bosques.

1.2 HIPÓTESIS

Las asociaciones florísticas en la formación Tucumano-Boliviano existen en función de coincidencias de similitud entre la composición florística, estructura espacial de las especies, sus poblaciones y la disposición de los sitios en el gradiente altitudinal.

Se desarrollan dos hipótesis enfocadas a la estructura y composición del bosque Tucumano–Boliviano:

Existen diferencias significativas en la estructura y composición de los bosques subtropicales de la formación Tucumano Boliviano en relación al gradiente altitudinal.

Existen diferencias significativas en la estructura y composición de los bosques subtropicales de la formación Tucumano Boliviano, según su posición en las vertientes en el área de estudio

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Los Bosques Neotropicales Montanos

Los bosques montanos neotropicales están ubicados en gradientes que van desde 800 a 3000 msnm (Hueck 1978, Gentry 1995) y se extienden latitudinalmente desde el límite norte de los trópicos a los 20° de latitud norte en México en la Sierra Madre Oriental hasta los subtrópicos en Argentina cerca de los 25° de latitud Sur (Hueck 1978, Webster 1995). Los límites altitudinales de estos bosques son difíciles de definir porque están influenciados por muchas variables como el tipo de vegetación adyacente y las variaciones producidas por efectos de las interrelaciones entre latitud y elevación, diferentes patrones de pluviosidad y la influencia del tamaño y la altura de las montañas y el efecto de la temperatura "Massenerhebung effect" (Grubb 1974, Webster 1995). En general el límite altitudinal inferior más frecuente de los bosques montanos nublados es arriba de 1000 m (Grubb 1974) y la elevación máxima cerca de los 2500 m (Lauer 1986).

Los bosques montanos han recibido numerosas denominaciones, a través de su extenso rango altitudinal desde "bosque mesófilo de montaña" en México, "selva nubosa" en Guatemala, "bosque nublado" en Honduras, "nebliselva" en Nicaragua, "bosque nuboso" en Costa Rica, "bosque o selva andina" en Colombia, "selva nublada" en Venezuela, "selva Tucumano-Boliviano" hasta "yungas" en Argentina y Bolivia (Brown y Kappelle 2001).

El bosque montano está sumamente amenazado a nivel mundial y está desapareciendo más rápido que cualquier otro tipo de bosque tropical. En México se estima que más que 50% de este bosque ya ha sido transformado a otros usos de suelo. Sin embargo, los bosques neotropicales montanos son los menos conocidos y más amenazados de todas las formaciones vegetales neotropicales, por ejemplo se cita que en Colombia solo queda intacto menos del 10% de los bosques andinos (Henderson et al. 1991), en Ecuador casi no queda nada de bosques montanos naturales, en general se indica que de los bosques de la vertiente occidental de los Andes sólo queda el 4% (Dodson y Gentry 1991).

2.1.1 Composición florística y estructura

Los bosques y selvas andinas poseen a nivel genérico una combinación de elementos neotropicales y pantropicales, austral-antárticos, holárticos y holárticos-terciarios (Gentry 1982). Hacia el Sur del continente americano es más alta la proporción de elementos austral-antárticos (principalmente géneros de especies dominantes). En la zona tropandina dominan ampliamente los géneros de origen neotropical, pero frecuentemente las especies dominantes pertenecen a

géneros austral-antárticos (*Weinmannia*), especialmente en el bosque andino templado. De igual manera, algunos géneros holárticos llegaron a ser dominantes, como es el caso de *Quercus* en la región Norandina de Colombia (Gentry 1982, Van der Hammen y Hooghiemstra 2001).

Diversidad Biológica

Las recolecciones de especímenes botánicos en las zonas andinas demuestran una marcada consistencia en los patrones de diversidad y la composición florística. Dentro de cada región geográfica aparece el mismo patrón de diversidad respecto a la elevación, habiéndose registrado también que no hay cambio en la biodiversidad con la latitud entre los bosques andinos hasta el Sur del Trópico de Capricornio en Argentina (Gentry 1982).

Un patrón florístico que detectó Gentry (1982) indicó que los bosques andinos están compuestos de distintos grupos de taxones que se traslapan poco con los del bosque tropical de tierras bajas. Por lo tanto, Gentry (1982) señaló que a altitudes menores a 1500 m.s.n.m, los bosques andinos son florísticamente mucho más diversos en aquellas familias bien desarrolladas de tierras bajas como Rubiaceae, Arecaceae, Sapindaceae, Annonaceae, Meliaceae y Sapotaceae. El contraste del perfil de elevación florístico en su punto medio (1500 a 2500 m) y alto (2500 a 2900 m), está compuesto principalmente por una serie de familias de plantas muy diferentes a los bosques tropicales premontanos o de tierras bajas. Entre 1500 a 2500 m la familia Lauraceae, es generalmente más rica en especies seguida por Melastomataceae y Rubiaceae, mientras que por encima de 3000 m domina Compositae, seguida por Melastomataceae, Ericaceae y Myrsinaceae (Gentry 1982). En algunos casos particulares, se presentan cubiertos de musgos y hepáticas que pueden representar hasta el 50% de la biomasa (Carr 1950).

Estructura

Los bosques montanos presentan una gran variación en su perfil estructural, según el gradiente altitudinal (Grau y Brown 1995b). Dos parámetros generales de estructura presentan el mayor grado de variación: la posición del dosel (altura) y arquitectura de árboles. En laderas de serranías los bosques andinos se hallan con el dosel superior alcanzando hasta 30 m de altura, es también característico que las epífitas sean abundantes y diversas, influyendo significativamente además en el perfil estructural (Brown y Kappelle 2001).

2.2 Los bosques de “yungas” y la formación Tucumano-Boliviano

La provincia fitogeográfica de las Yungas se extiende por el pie y laderas orientales de los Andes, recorriendo aproximadamente 400 Km. En todo este recorrido los Yungas se distribuyen de manera discontinua a lo largo de una gradiente altitudinal norte-sur, ya que ocupan las laderas de los cordones montañosos con distribución fragmentada (Hueck 1978). Este aislamiento orográfico ocasiona una discontinuidad en la distribución de estos bosques húmedos, lo que influye claramente en el patrón de distribución geográfico de la biodiversidad (Cabrera y Willink 1973, Hueck 1978).

En Argentina tiene un rango altitudinal que va desde los 400 msnm hasta aproximadamente 3000 m.s.n.m (Cabrera 1976) y en Bolivia el bosque Tucumano-Boliviano con la misma gradiente altitudinal se extiende en las zonas montañosas de los departamentos de Santa Cruz, Chuquisaca y Tarija, representando la expresión más austral de un ecosistema que acompaña a los Andes desde Colombia y Venezuela hasta las provincias de Catamarca, Jujuy y Tucumán en Argentina (Hueck 1978, Morales et al. 1995).

En este ecosistema, la historia climática de la región y el aislamiento de los distintos sectores han jugado un papel importante en la determinación del patrón de la composición biológica actual, lo que se refleja en el alto endemismo (Brown 1986). Latitudinalmente existe una disminución del número de especies desde el Norte hacia el Sur de los Andes. Por ejemplo, en el área que corresponde a los bosques nublados de Bolivia, se tiene una disminución marcada en la zona de transición de bosques de Yungas a los bosques Tucumano- Bolivianos, donde prácticamente cada localidad estudiada botánicamente se caracteriza por especies de plantas conocidas sólo de un lugar, pero no se conoce si hay algunas zonas de aglomeración de tales endemismos (Gentry 1988a).

Las características estructurales de las selvas de montañas presentan una marcada variación tanto en el gradiente latitudinal como altitudinal, principalmente en lo que se refiere a riqueza específica que se caracteriza por la presencia de especies tolerantes a la sequía y altas temperaturas en las partes bajas y por la presencia de especies tolerantes a elevados niveles de humedad ambiental y ocurrencia de heladas y nevadas en los pisos altitudinales superiores. Esto condiciona el ambiente para la coexistencia de especies con diferentes orígenes biogeográficos a lo largo del gradiente altitudinal (Brown et al. 2001).

En Bolivia y Argentina se pueden observar algunos patrones de diversidad alfa y beta de ecosistemas consistentes, en Bolivia en los departamentos de Tarija y Chuquisaca que continúa en el sector Norte de Argentina, provincias Catamarca y Jujuy. Gran parte de las especies exclusivas de este sector se concentran en el piedemonte, que aparecen como marcadamente diferentes en la composición de especies con relación a los otros sectores situados más al Sur; de acuerdo con limitaciones principalmente climáticas. En general existe una importante reducción de especies al pasar una gradiente latitudinal norte al sur en las selvas y bosques montanos (Grau y Brown 1995). Esto implica que además de factores climáticos, tiene importancia el grado de aislamiento entre posiciones latitudinales, de manera que especies presentes en las latitudes nortes no han podido colonizar cordones montañosos más australes, como las partes altas de las montañas que resultan más separadas entre sí que las partes bajas, el aislamiento sería mayor a medida que asciende altitudinalmente (Grau y Brown 2000).

Entonces siendo una formación montañosa, el factor orográfico determina pisos de vegetación forestal o zonas altitudinales que varían a medida que se asciende, hasta perder en la alta montaña, el aspecto típicamente subtropical y selvático que tiene en los pisos inferiores. No obstante como consecuencia de las nieblas y el cambio climático en los pisos superiores, la diversidad de especies arbóreas disminuye y aumenta paralelamente el número de individuos de especies iguales (Tortorelli 1956). Los estudios de este tipo de vegetación "bosque o selva montana", sugieren que los tipos de bosques están dispuestos en pisos altitudinales como se ilustra en el cuadro 1.

2.3 Aspectos generales sobre estudios de vegetación

Una de las bases esenciales para emprender con la descripción de la vegetación, es contar con información adecuada de su diversidad, que se logra por medio de los inventarios florísticos, que permiten orientar la planificación para la conservación y manejo de la flora de una región. Algunos de los objetivos más importantes de un inventario florístico pueden ser la identificación de las especies de plantas de un área geográfica enfocando en la composición y estructura de los bosques en el paisaje y también ciertos factores ambientales ligados a esta variación, entre los cuales figura de manera importante la perturbación por la actividad antropogénica. Un inventario florístico brinda información sobre la riqueza florística, los rangos de distribución de especies, sus preferencias de hábitat naturales, y sus tendencias en relación a la variación macroclimática (Campbell et al. 1986, Berry 2001).

Cuadro 1. Cuadro comparativo de la zonación altitudinal de los bosques montanos subtropicales de Argentina y Bolivia.

País	Autor	Pisos Altitudinales	Rango altitudinal m.s.n.m.
ARGENTINA	Tortorelli 1956	Piso de baja montaña	450-800
		Piso de media montaña	850-1300
		Piso de alta montaña	> 1300
	Meyer 1963	Selva subtropical Tucumana Selva Basal	400- 1500
		Selva de Myrtáceas	1500-2000
		Bosques Andinos Bosques de <i>Alnus</i> y <i>Podocarpus</i>	> 2000
	Cabrera 1976	Selva pedemontana	> 800
		Selva de montaña	800-2000
		Bosque Montano	> 2000
	Hueck 1978	Bosques del Piso montano superior Bosque de <i>Polylepis</i>	2700- 3000
		Bosque de <i>Alnus</i>	1700- 2700
Bosque de <i>Juglans</i> y <i>Podocarpus</i>		1000-1700	
Bosques tropicales y subtropical del piso inferior Bosque de Myrtáceas		800 - 1000	
Morales et al. 1995	Bosque de Laurel	600-900	
	Selva Pedemontana	400-600	
	Selva Montana	600-1500	
BOLIVIA	Solomon 1987	Bosque Montano	1500-1700
		Piso Basal	< 1000
		Selva de Myrtaceas	1000 - 1700
	Ribera et al. 1994, 1996	Bosques de <i>Podocarpus</i>	1700 - 2400
		Piso Basal	700-2000
		Piso Superior	2000-3500

La clasificación de la vegetación basada en la composición florística total de una porción de la vegetación es la que mayor expresa las relaciones entre los distintos tipos de vegetación y entre estos y el ambiente física. El objetivo principal del estudio de las comunidades vegetales es la búsqueda de una unidad comparable a la especie, considerando a la asociación como una unidad abstracta que pueda estudiarse y describirse a partir de muestras de individuos, de la misma manera que la especie se describe a partir de una muestra de individuos u organismos (Matteucci y Colma 1982, Braun Blanquet 1979).

Típicamente, la unidad taxonómica empleada en el muestreo son las especies. Ello resulta en datos de la comunidad presentados en una matriz de doble vía que contiene valores de abundancia de especies. La medición de la abundancia de especies incluye la presencia o ausencia, porcentaje de cobertura (o dominancia medida por el área basal en m²/ha), densidad (número de individuos/ha), frecuencia (porcentaje de cuadros con especies presentes), biomasa

o algún pesaje promedio de dos o más cantidades de este tipo como el índice de valor de importancia (Gauch 1982, Greig-Smith 1983, Whittaker 1982).

2.4 El ambiente físico y la vegetación

En términos generales las características de vegetación resultan de la acción de los factores ambientales físicos sobre el conjunto actuante de las especies que cohabitan un área específica, reflejando el clima, el suelo, la disponibilidad de humedad y de nutrientes, como también de factores antrópicos y bióticos. Por lo tanto, la vegetación es considerada como uno de los indicadores más importantes de las condiciones ambientales de un área definida (Matteuci y Colma 1982).

Varias publicaciones describen la estrecha relación de interdependencia que existe entre los recursos físicos (luz, humedad y nutrientes), la estructura y funcionamiento de los bosques Neotropicales. La disponibilidad de estos elementos determina la presencia o ausencia de ciertas especies vegetales y a su vez la presencia o ausencia de vegetación boscosa modifica la cantidad y la calidad de aquellos recursos físicos disponibles (Guariguata y Kattan 2002).

2.4.1 Gradientes ambientales

Gradiente ambiental es un cambio cuantitativo y susceptible de medir de un rasgo físico o ambiental, en función de una variable dada. Los gradientes pueden ser continuos (temperatura y precipitación), bióticos (grado de hervivorismo) o abstractos (frecuencia de perturbaciones naturales, estado sucesional (Scatena 2001). Varios estudios mostraron que tanto la diversidad como la composición florística son muchas veces predecibles a lo largo de gradientes ambientales (Grubb y Whitmore 1966, 1967; Holdridge 1967, Gentry 1988b). Otros demostraron cómo la productividad y la estructura del bosque varían a lo largo de gradientes (Scatena 2001). Las gradientes de precipitación, temperatura y evapotranspiración potencial también son usadas para delimitar zonas de vida de Holdridge (Holdridge 1967).

Los gradientes de temperatura tienen efectos sobre los patrones de zonación de la vegetación, especialmente en los límites de la línea superior de vegetación boscosa (Troll 1968, Rundel 1994). De igual forma, gradientes altitudinales y de precipitación se han utilizado para clasificar, los principales tipos de bosques de Venezuela (Scatena 2001).

El análisis de gradientes esta basado en el muestreo de la vegetación que represente la composición de las comunidades de plantas y las características ambientales en diferentes puntos del paisaje. Estas comunidades deberían presentar homogeneidad, ser representativas de su composición y representar eficiencia en la obtención de la información.

Para el análisis directo de gradientes las muestras deben ser ordenadas sobre la base de mediciones de variables ambientales u otros índices de la composición de la comunidad con relación a su posición en la gradiente ambiental. Los valores mas frecuentes que se toman son i) el peso ecológico ii) la comparación de muestras con muestras en puntos finales que representen los extremos de la gradiente ambiental (Whittaker, 1982).

Pero existen otras técnicas de análisis de la complejidad de la vegetación y su relación con los gradientes ambientales i) con transectos cruzados se podría mostrar como las comunidades vegetales tienen relación con los gradientes ambientales ii) Coenoclines gradientes-comunidades, particularmente cuando influyen varios factores como la topografía, material parental, etc. y su comparación con el gradiente ambiental iii) gráfico de mosaico mostrando la distribución y los tipos de comunidad en relación a dos gradientes ambientales como ejes. iv) monogramas que muestran la relación de poblaciones de especies y comunidades características en el rango ambiental y comunidades representadas en un grafico de mosaico. Por este medio es posible entender la vegetación en el paisaje con un patrón de especies y comunidades (Whittaker, 1982).

2.4.1.1 Gradientes altitudinales

Estudios cuantitativos anteriores, enfocados a las variaciones altitudinales en diversidad, estructura del bosque y la composición florística en las montañas tropicales difieren enormemente en su alcance, métodos de muestreo, y técnicas analíticas (Veillon 1965, Gentry 1988b, 1995; Kitayama 1992; Kappelle et al. 1995; Brown et al. 1995; Lieberman et al. 1996; Boyle 1996; Vasquez y Givnish 1998). Los estudios basados sobre todo en los criterios puramente fisonómicos y florísticos (Cuatrecasas 1958 y Van der Hammen 1974) encontraron una zonación altitudinal clara y más o menos discreta de la vegetación en una faja de los Andes norteños. Al contrario los estudios cuantitativos en otras áreas tropicales de las montañas han sido menos concluyentes sobre la zonación (Nakashizucha et al. 1992; Kappelle 1995, Young 1995, Lieberman et al. 1996, Vásquez y Givnish 1998).

Gentry (1988b, 1992, 1995) utilizó numerosas muestras de 0.1 ha de plantas (diámetro altura pecho de 2.5 centímetros) en los bosques montanos del Neotropico para analizar patrones de la diversidad y de la composición florística a lo largo de gradientes altitudinales. Encontró que la diversidad disminuye de manera lineal con la elevación desde 1500 m hasta cerca del límite superior arbóreo (3000 m), y que la composición florística cambia de manera fiable con el aumento de altitud. Las familias de Lauraceae, Melastomataceae y Rubiaceae fueron los taxones más ricos en especies entre 1500 y 2900 m en la mayoría de los sitios investigados en bosques Andinos.

El concepto de gradiente ambiental se ha utilizado en varios estudios. Para entender el efecto del gradiente altitudinal en la vegetación, tomamos como ejemplos los trabajos de:

- i) Kappelle (1995), que realizó una zonificación altitudinal de los tipos de robledales de altura (*Quercus* spp.) entre los 2000 y 3200 msnm a lo largo de las vertientes Pacífica y Atlántica del Macizo del Chirripó en Costa Rica. Los datos de campo se recolectaron a lo largo de transectos altitudinales e incluyeron 24 parcelas de 0.05 de ha, ubicadas a intervalos de 100 m, registrando especies a partir de 3 cm de dap; los cambios de la vegetación estuvieron correlacionados con gradientes de temperatura y humedad en función a la altitud.
- ii) Lieberman et al. (1996) presenta un estudio de estructura y composición del bosque tropical en los sitios de La Selva y el Volcán La Barba, en la Cordillera central de Costa Rica. Para este estudio se instalaron 14 parcelas permanentes de 1 y 4 ha en una gradiente altitudinal de 30 a 2600 m, y en intervalos de 500 m de altitud, y con distancias horizontales de 250 m entre parcelas. Se censaron individuos mayores a 10 cm de dap. La composición botánica varió continuamente con la altitud, y la diversidad disminuyó a partir de 1500 m hacia las cimas del Volcán, y que el rango de ocupancia de las especies no varió con la altura.
- iii) Whittaker (1960) estudió la vegetación de las montañas de Siskiyou en la costa Pacífica de Oregón y California en un gradiente de 500 a 2200 msnm estableciendo 60 parcelas de 0.1 hectáreas en una faja de 300 m de altitud. Mediante un análisis de gradientes se determinó la relación de las comunidades vegetales y las gradientes ambientales de topografía y material parental.

- iv) Terán (1997) utilizando 40 parcelas de 0.25 de ha, definido como unidad mínima de muestreo, también comprobó la influencia de la altitud en un gradiente principal de la vegetación en dirección Este a Oeste, en un bosque húmedo templado de Chuquisaca, Bolivia.

2.5 Asociaciones vegetales

Du Rietz (1921) citado por Müller-Dombois y Elleberg (1974), al referirse a una asociación considera que se trata de la unidad básica de clasificación de la vegetación definida por una comunidad de plantas esencialmente homogénea en especies, composición y dominancia.

Braun Blanquet (1950, 1979) define una asociación como una comunidad vegetal de composición florística determinada, propia de condiciones ecológicas uniformes y de fisionomía uniforme, aceptando el concepto de asociación como la unidad básica del sistema fitosociológico; este investigador reconoce una asociación por la composición de sus especies, por varias especies diferenciales y es prácticamente diferenciado por especies características.

Gehu y Rivas Martínez (1981) señalan que la asociación vegetal es la unidad fundamental de la fitosociología, que está formada por un conjunto de "individuos" que poseen casi los mismos caracteres florísticos, estáticos, dinámicos, corológicos e históricos.

2.6 Estudios realizados en bosques montanos subtropicales de Argentina y Bolivia

La selva Tucumano-Boliviano desde el punto de vista florístico ha sido ampliamente estudiada en Argentina (Lillo 1919, Tortorelli 1956, Meyer 1963, Digilio y Legname 1966, Cabrera 1976, Hueck 1978, Vervoost 1982, Brown et al. 1983, Brown y Chalukian 1985, Brown 1991, Legname 1982, Ferreira et al. 1999). Recientemente también se iniciaron estudios ecológicos más detallados, (Chalukian 1991, Brown y Grau 1993 1995, Morales et al. 1995, Boletta et al. 1995 y Grau et al. 1997).

Respecto a estudios de composición y estructura de bosques, Brown y Chalukian (1985) realizaron un estudio florístico estructural en las selvas subtropicales del Noreste argentino en una gradiente de 950 a 1050 msnm identificando y describiendo tres tipos de bosques montanos semidecíduos, la densidad determinada fue de 264 a 337 individuos por hectárea, y una diversidad de 40 especies en 5 hectáreas y un área basal de 21 a 30 m² por hectárea.

Por su parte Morales et al. (1995) estudió la riqueza de árboles en los Yungas Argentinas, con el objetivo de conocer que especies arbóreas, sistematizar su distribución altitudinal y latitudinal, y establecer similitudes entre los distintos pisos y sectores contribuyendo además a presentar datos de cómo varía la riqueza de árboles a nivel regional.

En Bolivia, estudios que hacen referencia al bosque tucumano boliviano, fueron realizados por Solomon (1987), Schullenberg y Awdrey (1997), y Gonzáles et al. (1996). Estos describen el bosque tucumano con base sólo florística utilizando datos de campo tomados en localidades específicas. Sólo el trabajo de Terán (1997) hace una descripción del bosque con base estructural, sin embargo este estudio se ubicó en la zona de transición del Bosque Chaqueño Serrano y Bosque Tucumano.

Otras descripciones del bosque tucumano para Bolivia lo realizan Moraes y Beck (1992, 1995), Beck (1993), y Kessler y Beck (2001), Ibisch et al. 2003, en base a una recopilación de información tomando referencias bibliográficas de estudios del Bosque Tucumano-Boliviano en Argentina. Otros como Gonzáles et al. (1996) introducen datos de campo resultados de relevamientos rápidos en su área de estudio. Los estudios de Ribera et al. (1996) y Navarro (1997) son basados en descripciones de especies dominantes y son estudios cualitativos detallados.

3. MATERIALES Y METODOLOGÍA

3.1 Área de estudio

La Serranía del Iñao se encuentra localizada al Sur de la Cordillera de los Andes. Geográficamente se ubica en el departamento de Chuquisaca, Bolivia entre las coordenadas 19° 00' 00" a 19° 47' 30" de latitud Sur y entre 64° 43' 00" a 64° 09' 15" de longitud Oeste (Figura 1), su amplitud de relieve se establece entre 920 a 2500 msnm, y abarca una superficie aproximada de 400 km².

La Serranía se extiende sobre el sistema geomorfológico del subandino boliviano, que tectónicamente ha sufrido plegamientos intensos bajo la influencia de la orogénesis Hercínica y Andina, caracterizada por presentar una preponderante orientación N-S, como también un fuerte control estructural por plegamientos, fallas y la presencia de prominentes pendientes estructurales, coincidentes con el alineamiento de anticlinales alargados, con disposiciones de E-O. Separando los cordones ortográficos se encuentran sinclinales que forman valles con relieve relativamente uniforme, donde se presentan serranía bajas y colinas intermedias, con actividad agrícola en sus terrazas y piedemontes (CORDECH 1987, ZONISIG 2001).

La composición litológica de la Serranía del Iñao evolucionó de una sucesión de sedimentos que corresponden al Paleozoico superior, mezozoico y cenozoico, destacándose principalmente rocas del Devónico como areniscas, intercalaciones de areniscas cuarcíticas y cuarcitas con horizontes lutíticos y del carbonífero como las diamicitas, lutitas y areniscas con pequeñas intercalaciones de conglomerados (ZONISIG 1997, 2001).

De acuerdo al estudio de zonificación agroecológica realizado por ZONISIG (2001), los suelos en la serranía principal son profundos a poco profundos, con pocos a abundantes afloramientos rocosos, bien a moderadamente drenados, franco arenosos, arenosos, francos, franco arcillosos, con buena fertilidad natural. En las colinas, los suelos son moderadamente profundos con pocos afloramientos rocosos y cantidades moderadas de piedra en la superficie y el perfil, bien drenados, texturas variables franco arenoso, francas, franco arcillo arenosas y arenoso francos, muy pobres a moderados en nutrientes (CORDECH 1987, ZONISIG 1997, 2001).

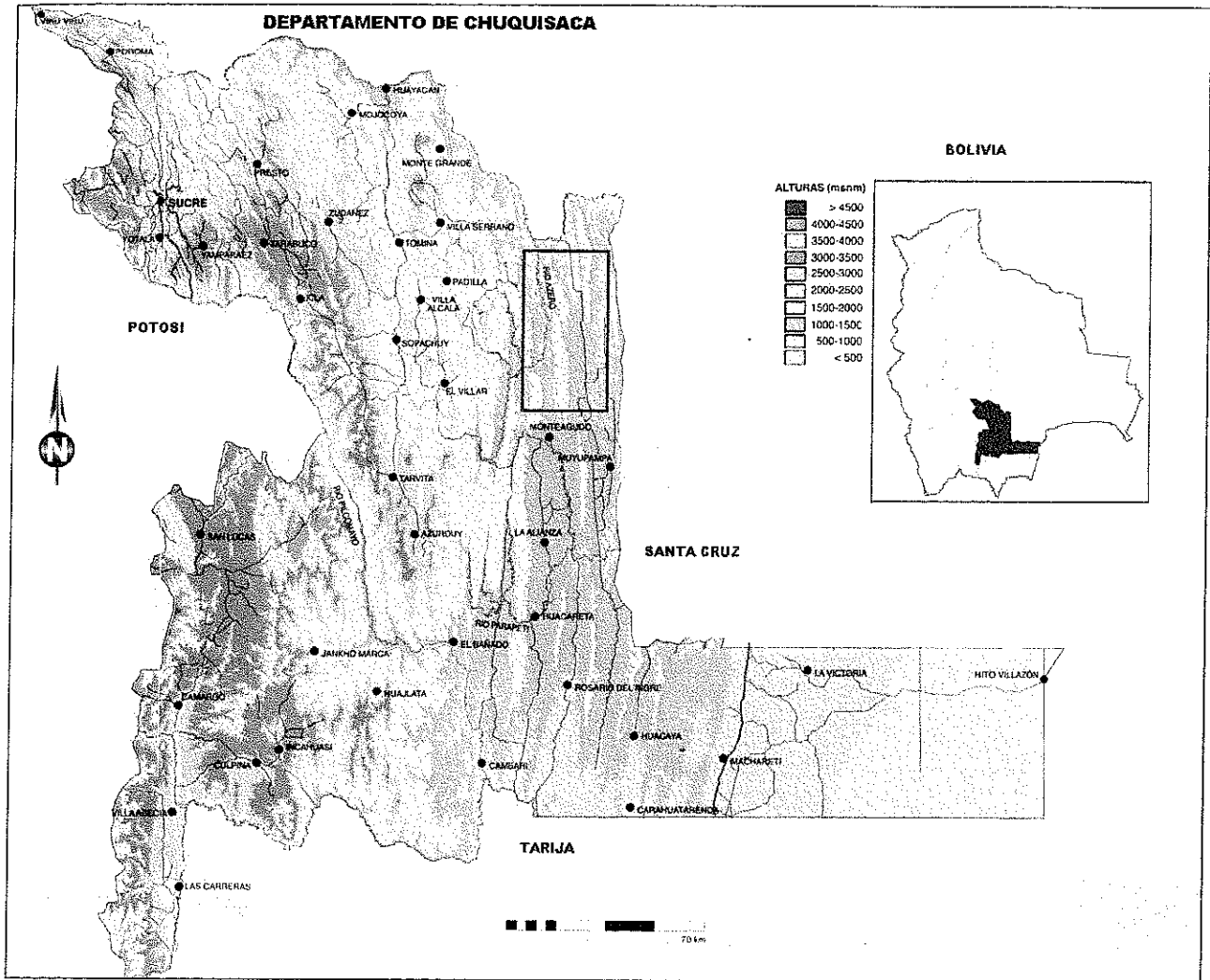


Figura 1. Mapa de Ubicación de la Serranía del Iñaos. Departamento de Chuquisaca, Bolivia. (ZONISIG 2001)

El clima de la región del Subandino en Chuquisaca y el área de la Serranía del Iñao, es subtropical con precipitaciones anuales de 1000 a 1200 mm, con tipos climáticos desde semiárido en las zonas bajas hasta subhúmedo-seco hacia las cumbres. La temperatura promedio es de 20° C, la máxima es 32° C y el valor mínimo es de -10°C. La humedad relativa varía entre 76% en época lluviosa y 55% en época seca. A veces acompañada por vientos del sur "surazos" (CORDECH 1987, ZONISIG 2001).

La vegetación de la Serranía del Iñao corresponde a la Región Neotropical, el Dominio Amazónico - Provincia de los Yungas y el Dominio Chaqueño-Provincia Chaqueña, conforme a la clasificación Biogeográfica de Cabrera y Willink (1973). Presenta una cobertura vegetal que pertenece a las regiones boscosas de las laderas orientales de los Andes (Hueck 1978). En la región de los "yungas" o bosque tucumano-boliviano las familias de árboles más características son Myrtaceae, Lauraceae, Meliaceae, Juglandaceae, Podocarpaceae y Betulaceae entre otras (Tortorelli 1956, Hueck 1978, Solomon 1987, Navarro 1997 y Navarro y Maldonado 2002).

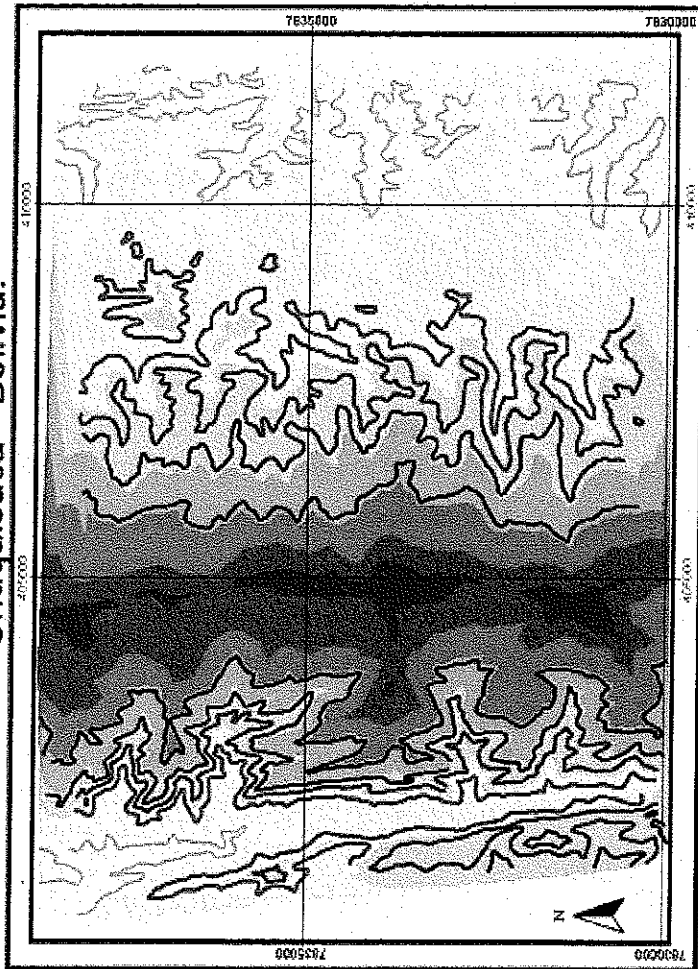
3.2 Metodología

3.2.1 Población y tamaño de muestra

El área de estudio está constituida de aproximadamente 5.000 ha de bosque montano subtropical en la Serranía del Iñao. La selección y ubicación de la muestra se basó en el criterio de las máximas altitudes de la serranía, que se detectaron utilizando un mapa de altitudes elaborado por ZONISIG. Además se utilizaron imágenes LANDSAT TM, fotografías aéreas y cartas topográficas IGM (escala 1: 50.000), con el fin de lograr una muestra con la mayor representatividad de la serranía respecto a su gradiente altitudinal. Estos resultados se cruzaron con información obtenida de La Superintendencia Forestal (SIF) referida a áreas forestales inventariadas y solicitudes de aprovechamiento en la Serranía del Iñao. Se buscó que la muestra se ubicara en un área poco intervenida.

Bajo este procedimiento la muestra se ubicó entre las coordenadas 7838666 y 7832666 LS y 40030 a 41200 LW, tomándose como punto de referencia la comunidad de Ticucha en el Municipio Villa Vaca Guzmán en la vertiente Este y en la vertiente Oeste la comunidad de Los Pinos, en el Municipio de Monteagudo (Figura 2).

Topografía Serranía del Iñaos sector Ticucha - Los Pinos, Chuquisaca - Bolivia.



Modelo de sombras

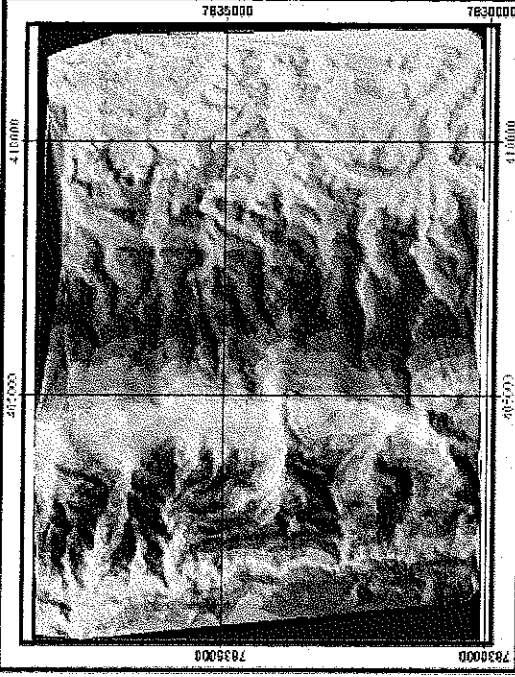


Diagrama de Bloque



Fuente:
 Hoja Topográfica Ticucha, escala 1:50 000, Instituto Geografico Militar, Bolivia, 1991

Preparó:
 Martha Serrano
 Cartografía Digital y SIG.
 Geog. Christian Brenes

Proyección: UTM, Zona 20

Scale: 600 0 600 Meters
 Escala Modelo de Elevación

Scale: 600 0 600 Meters
 Escala Mapa de Sombras

Altitudes Standard
 Número de las parcelas por altitud

1100 (33-40)	m.s.n.m
1300 (25-32)	m.s.n.m
1400 (17-14)	m.s.n.m
1500 (9-16)	m.s.n.m
1700 (1-8)	m.s.n.m

Modelo de Elevación

980 - 1000	m.s.n.m
1000-1200	m.s.n.m
1200-1400	m.s.n.m
1400-1500	m.s.n.m
1500-1600	m.s.n.m
1600-1800	m.s.n.m
1800-2300	m.s.n.m

LEYENDA



Turrialba Costa Rica,
 Noviembre de 2003

Figura 2. Topografía y perfil de elevación. Vertientes este y Oeste de la Serranía del Iñaos, Bolivia.

Para establecer el tamaño de la muestra se tomó en cuenta un número mínimo de repeticiones de muestreo para el análisis de los datos, lo que se relaciona con un balance entre el número de parcelas estadísticamente aceptables y la factibilidad de instalación en cuanto a tiempo y recursos disponibles entre otros factores que se describen en el siguiente capítulo.

3.2.2 Establecimiento de parcelas y recolección de datos

Se implementó la metodología del trabajo de campo en las vertientes Este y Oeste de la Serranía del Iñaño, de marzo a mayo del 2003 de la siguiente forma:

Cada unidad de parcela establecida fue de 50 m x 50 m (0.25 de ha). Este tamaño fue recomendado por Terán (1997) que definió esta área mínima de muestreo mediante un reticulado de parcelas permanentes, siguiendo la metodología propuesta por Greig-Smith (1983). Esta superficie de 0.25 ha de la parcela se justifica porque cubre un área suficiente para obtener una buena representatividad de unidades de muestreo en inventarios forestales y también permite obtener información aceptable para la caracterización de los bosques en el subandino de Bolivia (Terán 1997).

Las unidades primarias de muestreo fueron las parcelas de 50 m x 50 m y dentro de éstas se instalaron subparcelas de 10 m x 10 m. Todas las unidades de muestreo fueron de igual superficie y forma.

La ubicación de los puntos en la gradiente altitudinal en la vertiente Este de la Serranía fue a 1100, 1300, 1500 y 1700 msnm. La definición *a priori* de estos puntos en la gradiente, que a partir de ahora se nombrarán como fajas altitudinales, se tomaron basados principalmente en los cambios de la composición florística, fisionomía de la vegetación y topografía observados en el área, y consultando a investigadores (Beck com. pers.).

En cada faja altitudinal se instalaron 8 parcelas de 0.25 ha, establecidas sistemáticamente a distancias lineales fijas no menores a 500 m de longitud y perpendiculares al gradiente altitudinal de 1000 a 1800 m. Se aleatorizó el punto inicial de ubicación de la primera parcela en la faja altitudinal, teniendo en cuenta áreas de alta representatividad fisiográfica, delimitados por valores de cobertura, variables ambientales y topografía. No se consideraron áreas con condiciones extremas (valles muy quebrados, laderas con pendientes fuertes y fondos de quebradas), esto para evitar zonas de transición de un tipo de vegetación a otro (ecotonos) que

podrían reducir la homogeneidad entre parcelas y causar confusiones en la identificación de tipos de bosques.

Durante el trabajo de campo se ajustó el número de puntos en la gradiente de la vertiente Este, esto debido a que se observó variantes en la composición de la vegetación entre los puntos 1400 a 1500 msnm. De esta manera se trabajó un total de 5 puntos en la gradiente altitudinal (Figura 2) en 40 parcelas de 0.25 ha (10 Ha).

En cambio en la vertiente Oeste únicamente se instalaron 8 parcelas en la altura de 1100 msnm (2 Ha). Esto, debido a la preponderancia de una fisiografía y topografía muy abrupta ocasionado por altas pendientes y suelos con roca aflorante y la localización de mancha de bosques únicamente en áreas próximas a las cimas o en valles y cañadones muy estrechos. La existencia de masa boscosa en esta vertiente, está restringida al pie de monte, cuyo límite es el río Iñao (Figura 2).

3.2.3 Atributos y variables medidos en las parcelas

El levantamiento de información de la diversidad, composición y estructura de la vegetación se realizó mediante un muestreo sistemático adoptando principios metodológicos propuestos por Alder y Synott (1992), CATIE (2000), y Camacho (2000) mediante censos de individuos ≥ 10 cm de dap, en parcelas de 50 m x 50 m, subdivididas en subparcelas de 10 m x 10 m, que facilitaron el levantamiento secuencial y ordenado de los atributos de la vegetación y posterior análisis del IVI total de las especies.

Dentro de cada parcela, se midieron todos los individuos de árboles, palmas y lianas mayores o iguales a 10 cm de dap. Cada individuo dentro de las parcelas fue identificado a nivel de nombre científico o nombre común sobre la base del conocimiento local de la especie o a nivel de morfoespecie. Esto con el apoyo in situ de botánicos del Herbario Chuquisaca (HSB) de la Universidad de San Francisco Xavier. Para obtener información de la estructura horizontal y vertical de los bosques, se midió el dap, la altura total de dos individuos más altos del dosel (emergentes) por parcela y la altura comercial de todos los individuos, la cobertura estimada del dosel y densidad del sotobosque.

En una parcela de 10 m x 10 m tomada de manera aleatoria (obtenida con base en 25 números aleatorios) en cada unidad de 50 m x 50 m se evaluó atributos ambientales con base en escalas previamente definidas, ajustados a valores categóricos ordinales obtenidos de Nature Conservancy (1987), Cubero (2001) y de Terán (1997). Los atributos evaluados fueron: sustrato

(pH, textura, color, profundidad de suelo, drenaje), topografía, relieve y exposición., estos últimos evaluados en cada una de las parcelas de 50 m x 50 m. Los procedimientos de evaluación de estas variables se explican en el Anexo 1.

Para la identificación botánica de todos los individuos y morfoespecies en las parcelas se recolectaron especímenes vouchers (muestras testigos de las parcelas) y otras recolectas generales de especímenes fértiles (numerados de MS 4070 a MS 4265), para su procesamiento (secado, etiquetado), en el Herbario de Chuquisaca (HSB). Los datos de campo de estas colecciones se vaciaron a la base de datos Brahm5 del HSB, en la base de datos del Missouri Botanical Garden (MO). Posteriormente se procedió a la determinación de todos los especímenes en los herbarios de Bolivia (LPB y USZ) por la autora con el asesoramiento del Dr. Stephan Beck y el envío a especialistas de los grupos taxonómicos a herbarios internacionales.

3.2.5. Criterios de selección de especies de importancia comercial y para la conservación

Para identificar y analizar la importancia económica de las especies maderables se definieron grupos de especies de interés para su manejo forestal con base en Terán (1997) en categorías de:

Deseables (D), especies cuyo producto principal actual es la madera. Son comercialmente valiosas en el mercado local, nacional e internacional.

Aceptables (A), especies cuyo producto principal actual es la madera. Son de valor comercial ordinario en el mercado local y eventualmente son comerciales en el mercado nacional.

Potenciales (P), con uso local, especies cuyo producto principal actual es la madera en rollizo.

Tienen valor de transacción doméstico, y son esporádicamente comercializadas en tablas.

La información para la selección de las especies, se recogió con base en juicios de valor relacionados a los usos potenciales de las especies forestales y los intereses particulares de productores madereros, uso comunitario, datos de la Superintendencia Forestal de Chuquisaca (SIF) e instituciones reguladoras de las operaciones de aprovechamiento forestal, complementada con información bibliográfica.

En la selección de especies con valor para la conservación se tomaron las siguientes categorías de especies:

Endemismo (E), es una condición de restricción a un área particular de una especie en términos ecológicos, pero la especie tiene un rango muy variable y complejo (Davis et al. 1997). Son exclusivas de un área.

Rareza (R), definido como una condición de baja frecuencia de una especie o poblaciones de especies en un área, cuyas abundancias locales no siempre son bajas, según la terminología de Hubell y Foster (1986) y son aquellas con menos de 1 individuo/ha en las clases diamétricas mayores a 10 cm DAP (Clark y Clark 1992).

3.3 Análisis de datos

3.3.1 Clasificación y Ordenación de la Vegetación

3.3.1.1 Análisis de conglomerados

El propósito de un análisis de conglomerados fue clasificar o agrupar las parcelas por su similitud florística, y con estos grupos aproximar sus relaciones con los factores ambientales, es decir detectar cuales son los factores ambientales (altitud, topografía, sustrato y exposición) que están asociados a la distribución de la vegetación.

Para iniciar el análisis multivariado se resumió la información en una matriz primaria o tabla bruta (Braun Blanquet 1979, Matteucci y Colma 1982) que contenía las especies (filas), y las 48 parcelas (columnas). Se utilizó el IVI como atributo de las especies en las 48 parcelas muestreadas.

En esta clasificación se siguieron los siguientes pasos:

Se ajustaron los datos iniciando un análisis de parcelas extrañas para el total de la muestra en ambas vertientes, elaborado con el programa MULVA-5 (un programa diseñado para analizar comunidades vegetales con procedimientos de estadística multivariada). En el análisis el valor de 0 significa disimilitud y 1 similitud. El umbral mínimo para el análisis del vecino más próximo fue de 0.4 (Wildi y Orloci 1996 en Terán 1997).

Luego, con los datos de las parcelas (1-48) ordenados en una matriz por el gradiente de altitud (1100–1700 msnm), se eliminaron las especies de frecuencia ≤ 3 , para incrementar la homogeneidad de la muestra y eliminar los ceros en el análisis. Se obtuvo una nueva matriz de semejanza utilizando el coeficiente de Van Der Maarel (rM), para cada especie y su parcela correspondiente, cuyos valores de similitud son cero si la lista de especies en dos parcelas no tienen especies en común y cien si dos listas son iguales (Wildi y Orloci 1996 cit. en Terán 1997).

Posteriormente se inició con el procedimiento aglomerativo o conglomerados para distinguir grupos de parcelas en el gradiente altitudinal, empleando como método de unión de los grupos, el algoritmo de unión completa, que fusionan a diferentes niveles de semejanza. Estos puntos de fusión a su vez fueron transformados a valores de coeficientes de correlación (Pearson). Seguidamente se inició el análisis de agrupamiento (cluster análisis). Se determinaron grupos de parcelas similares utilizando umbrales de agrupamiento entre 0.4 y 0.6 (Kortekaas et al. 1976).

Esta secuencia de pasos se realizó para el total de la muestra, y de igual forma y solo para las parcelas de la vertiente Este, con el fin de iniciar un análisis directo de gradientes ambientales.

3.3.1.2 Análisis de correspondencia de la composición de las especies

Con MULVA-5, se pueden analizar las listas de las especies en cada parcela (datos del relevé) para que encuentre grupos por su semejanza (Clasificación) o establezca por medio de la asociación entre ellas, un orden significativo de las mismas (Ordenación).

En este marco, después de analizar la vegetación con métodos de clasificación para agrupar parcelas por similaridad en su composición (Conglomerados), DECORANA realizó la ordenación mediante un análisis de correspondencia (asociación) de especies - parcelas y su interpretación con los factores ambientales.

DECORANA o DCA - Detrended Correspondence Analysis (Análisis de correspondencia) es un programa para análisis multivariado (Hill 1979, Hill y Gauch 1980, 1982), tomando datos de una matriz similar al del análisis de conglomerados, generado por MULVA-5. Para este análisis se eliminó sólo las especies de frecuencia 1, incluyendo en el análisis 104 especies y 48 parcelas.

El programa DECORANA (Hill 1979), incluido dentro de MULVA-5 procede ordenando el peso ecológico (IVIs), utilizando ajustes de defectos (Algoritmo de promedios RA) explicados por Kovach (1994) y Hill & Gauch (1980).

La ordenación de las especies y parcelas en un diagrama, mediante el método DECORANA (DCA), en realidad aporta una explicación de la asociación que puede existir entre parcelas y entre especies, como una forma particular de ver la correspondencia entre las especies y las parcelas. Con la ordenación de la matriz se buscó resumir y representar la información de las especies y parcelas cuyas distancias o ángulos, y su posición vectorial respecto a ejes cartesianos x , y definen sus relaciones espaciales. Los mismos son visualizados como puntos en el espacio con su score como coordenadas (Orloci 1966).

En este procedimiento fue importante decidir que las magnitudes vectoriales (eigenvectors) de cada variable (especies y parcelas) provean una conveniente indicación de la variabilidad total, sobre los ejes (Noy-Meir et al. 1970). En consecuencia, es evidente que el problema más importante en DECORANA, es determinar el número de ejes sobre los cuales realizar la interpretación de correspondencia entre variables, y el número de vectores requeridos para una adecuada descripción de la vegetación.

Se decidió trabajar en dos ejes, los mismos acumularon valores característicos suficientes, que aseguraron la interpretación de los resultados, siguiendo los pasos que fueron utilizados en otras varias investigaciones como los de Bray y Curtis (1957), Austin (1968), Kimarkkova (1980), del Moral y Denton (1977).

La graficación de los valores vectoriales (eigenvectors) de las 5 especies de mayor IVI por parcela de 50 m x 50 m se realizó utilizando el Programa SIGMAPLOT.

Especies y parcelas se ordenaron sobre dos ejes de un plano cartesiano, donde se determinan los patrones de abundancia, dominancia y sociabilidad de las especies relacionados con el número de parcelas para su interpretación en términos del gradiente altitudinal.

El orden de grupos de parcelas y especies fue visiblemente interpretado indicando la secuencia de los cambios de composición en función a factores de sitio (altitud), ordenados en una sola dimensión (eje 1), o analizando en varias direcciones de la variación ambiental (Bray y Curtis 1957).

3.3.1.3 Identificación de factores ambientales relacionados a gradientes de vegetación

Los análisis de factores ambientales'vegetación se realizaron con base a las agrupaciones de las parcelas del dendrograma con 40 parcelas generado con el MULVA-5, se trabajó con los grupos identificados en la vertiente Este. Fue seleccionada la vertiente Este porque tenía datos ambientales y factores de sitio por parcela a diferentes altitudes, en cambio la vertiente W solo se obtuvo información de un solo punto en la gradiente, por lo que se elimino la posibilidad de realizar este análisis para esta vertiente Oeste. Tampoco se podía trabajar con el dendrograma de las 48 parcelas porque no se puede mezclar parcelas de la vertiente Este con parcelas de la vertiente Oeste para este análisis (grupo 5, Fig.3).

3.3.1.3.1 Análisis discriminante de factores de sitio y especies

a. Prueba de Jancey

Se realizó la categorización de factores de sitio y especies discriminantes con base a la prueba de F de Jancey con el programa MULVA-5, cuyos valores representan una alta o baja correspondencia entre los factores ambientales, las especies y los grupos de parcelas clasificados. De esta manera se obtuvo un valor correspondiente a cada variable ambiental y especies con mayor poder de resolución.

$$F = \frac{V_b}{V_w}$$

Donde: V_b = Varianza entre grupos

V_w = es la Varianza dentro de los grupos

Primero se analizó para los factores ambientales y especies con el total de la muestra (vertiente E y W) y además para la vertiente Este solo los factores ambientales, con el fin de comparar diferencias en la discriminación de factores ambientales en ambas vertientes.

b. Análisis canónico discriminante

El procedimiento metodológico, es una técnica de análisis de correspondencia, en la cual la ordenación sobre ejes genera un diagrama ordenado que visualiza no sólo un patrón de la variación de los tipos de bosques sobre los ejes canónicos (como un estándar de ordenación) sino también muestra la característica más importante de la distribución de los grupos de parcelas junto con variables ambientales (Cajo 1987).

El análisis canónico discriminante de los factores ambientales se realizó utilizando el programa SAS v8 -DISCAN, para conocer como estos se asocian con los grupos identificados, utilizando valores de variables categóricas ordinales transformadas en variables dummy. Se generaron variables canónicas y funciones canónicas que muestran la correlación que existe entre la variable canónica y el grupo y probando la igualdad de grupos con el estadístico Wilkis Lambda. La interpretación se facilitó con la graficación de los valores vectoriales en los dos primeros ejes canónicos, que muestran la asociación de las variables respecto a los grupos.

Luego de todos estos análisis se realizó una prueba de varianza (SAS v8 GLM) de los factores ambientales, para conocer la significancia de cada una de estas respecto a los grupos identificados, es decir si existían diferencias entre las medias de cada grupo, además de una prueba de comparación de medias de Tukey (SAS v8 Tukey PROCEDURE), utilizando los valores medios de cada variable utilizada.

3.3.1.3.2 Análisis directo de gradientes

Se siguió el procedimiento de agrupamiento *Fuzzy*, con el programa MULVA-5, utilizando el método de Roberts (1986) que se basa en el conglomerado *Fuzzy* de datos ecológicos aplicado a variables continuas, como un paso complementario al análisis de información vegetación-ambiente.

El ordenamiento mediante el método *Fuzzy*, se realizó con el programa MULVA-5 con la rutina FUZZORD. Este procedimiento permitió definir en cuales de los factores de sitio medidos existía un gradiente significativo con relación a los atributos de la vegetación, para conocer que tan estrecha es la relación (correlación) entre un factor de sitio y un gradiente de vegetación y conocer si existen grupos de parcelas que no se ajustan al patrón dominante (Wildi y Orloci 1996 en Terán 1997). La representación en un diagrama, los valores de correlación (r) cercanos a uno indican que el gradiente vegetación es explicado por el factor de sitio considerado.

3.3.1.4 Identificación de gradientes florísticos

3.3.1.4.1 Análisis Fitosociológico

Mediante los procedimientos de clasificación y ordenación de la vegetación utilizando métodos de análisis multivariados, se buscó interpretar la composición florística de la vegetación del área de estudio, su relación con características ambientales, y su variación en la gradiente altitudinal. Las técnicas utilizadas detectaron particularmente la estructura de grupos, y al mismo tiempo proporcionaron información concerniente a la ordenación de los grupos en la gradiente altitudinal.

Con base en estos análisis se procedió a identificar el gradiente florístico por medio de criterios y procedimientos fitosociológicos, con la elaboración de una tabla fitosociológica donde se sintetizan atributos de la vegetación (%IVI) y factores ambientales y de sitio.

Mediante el uso del programa MULVA-5 se generó la tabla fitosociológica, siguiendo 4 pasos que comprende la solución analítica de la tabla (Terán 1997). En la tabla las especies y las parcelas (ó relevés en fitosociología) con un patrón de distribución similar son agrupadas juntas. Obviamente las especies, frecuentemente no son completamente diferenciales de un determinado grupo (Maarel et al. 1978), pues las mismas especies pueden ocurrir en otros grupos con composición similar denominadas especies acompañantes y son especies características aquellas que son limitadas exclusivamente a un grupo o comunidad (Braun-Blanquet 1979).

Así una vez obtenida la tabla y con los resultados del análisis de categorización de especies por el método de Jancey (Cuadro 5), se seleccionó las especies con mayor poder discriminante, para luego analizar si estas especies podían ser completamente diferenciales de los grupos, esto mediante interpretaciones de homogeneidad florística de los grupos formados con diferente número de parcelas, información de la abundancia, dominancia, frecuencia, %IVI y la ecología de las especies identificadas (com. pers con investigadores de experiencia).

Finalmente la representación de una simple estructura diagonal en la tabla fitosociológica definió el patrón de las especies de frecuencia > 3 y las parcelas (relevés) en el set de datos incluidos en la tabla.

En la definición final de los tipos de bosques sintetizados en la tabla fitosociológica, el tamaño de la muestra y número de especies arbóreas censadas (en categorías ≥ 10 cm) en cada gradiente altitudinal fue adecuada. Orloci y Mukkattu (1972) resaltan la importancia de estos aspectos para definir la estructura de semejanzas en un análisis fitosociológico. Así, fue posible agrupar más de 5 parcelas homogéneas (relevés) por tipo de bosque, número mínimo recomendado por Braun – Blanquet (1950, 1979) en un análisis fitosociológico, para identificar comunidades o asociaciones, en nuestro estudio tipos de bosques.

3.3.2 Caracterización de las asociaciones de bosques

3.3.2.1 Diversidad

3.3.2.1.1 Medidas de Riqueza y diversidad

La diversidad florística fue estimada a nivel de riqueza de especies, en términos del número de especies por área y a través índices de diversidad ampliamente utilizados en el análisis de comunidades que expresan la riqueza de especies combinado con su abundancia relativa. Se calcularon para cada tipo de bosques los índices de diversidad de Fisher (α), el índice de Shannon (H), y el índice de dominancia de Simpson (S), además la medida de equidad de Pielou (J) (Pielou, 1975). Las fórmulas matemáticas y rangos de valores se obtuvieron de Magurran (1988) (Anexo 2).

3.3.2.1.2 Curvas de acumulación de especies

Para mostrar los cambios de la diversidad local (número de especies y familias) con el incremento del número de especies respecto al número de individuos y área, se graficaron curvas de acumulación de especies-área y curvas de acumulación de especies-individuos y especies- familias por tipos de bosque.

Para la graficación de la distribución de la abundancia de las especies dentro un tipo de bosque, se elaboró la curva de rango abundancia donde sobre el eje x se distribuye las especies en una comunidad (tipo de bosque) y en el eje y la abundancia de las especies (Murray et al. 1999).

Las curvas de acumulación de especies, y familias se realizaron con el programa EstimateS v 5.0 (Cowell 1997), tomando 50 aleatorizaciones de la muestra y la graficación de los resultados con el programa Sigmaplot 5.0.

3.3.2.2 Composición y estructura

Composición

El análisis de la composición florística se realizó sobre la base de los 5 tipos de bosques definidos en el análisis multivariado y la tabla fitosociológica. La composición de cada tipo de bosque es presentada en función a la frecuencia (F), abundancia (N), dominancia (G) de las especies, sus géneros y familias correspondientes a los grupos. Se resume la composición de los bosques en términos del peso ecológico (IVIs) de las especies en categorías de composición florística ≥ 10 cm y el índice de valor de importancia de las familias (FIV) con base en Mori et al. (1983). También se presentan resúmenes de las 10 familias y géneros por familias más importantes de cada tipo de bosque.

Para comparar la similitud de la composición entre tipos de bosques en la gradiente altitudinal se utilizó el coeficiente de similitud de Czekanowski (Greig-Smith 1983), para los bosques 1, 2, 3, y 4; y entre vertientes con atención en los bosques 3, 4 y 5.

Estructura

Los parámetros dasométricos estructurales fueron Abundancia (N), Área basal (G) y Volumen (V) y la distribución del número de individuos de las especies por clase diamétrica, en 8 clases, en rangos de 10 cm (10-19.9, 20-20.9, 30-39.9, 40-49.9, 50-59.9, 60-90.9, 70-79.9, 80-89.9, > 90). Se hizo el análisis con todas las categorías para cada tipo de bosque y adicionalmente considerando el diámetro mínimo de corta (DMC) que en Bolivia de acuerdo a normas vigentes explicitados en la Norma Técnica RM 248/98, varía en función de especies y zonas de vida. Para los bosques montañosos del subandino boliviano es de 50 a 60 cm (MDSP, 1998).

Para detectar la influencia de los cambios altitudinales sobre los parámetros de abundancia y dominancia (N y G) de los tipos de bosques, con el programa SAS v8, se realizaron pruebas no paramétricas como un análisis de varianza (ANDEVA-GLM PROCEDURE) aplicando la prueba de Tukey para realizar comparaciones múltiples de medias, y una prueba paramétrica de Chi-cuadrado (X^2 - CHISQ en PROC FREQ), que permitió comparar clases diamétricas entre sí en función de N o G.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Descripción florística del área de estudio

En las vertientes Este y Oeste de la Serranía del Iñao se registraron 6362 individuos de árboles \geq a 10 cm de DAP en 48 parcelas de 0.25 ha (12 ha), incluidos en taxas de plantas vasculares correspondientes a 49 familias, 90 géneros y 139 especies. Las determinaciones de estos individuos se basaron en el análisis de 195 colecciones de referencia (vouchers). Del total de especímenes y morfoespecies diferenciados, 100% se identificó a nivel de familia, 95% a nivel de género y 75% a nivel de especie (Anexo 3).

La vertiente Este en 40 parcelas de 0.25 ha presentó 5444 individuos que corresponden a 49 familias, 86 géneros y 127 especies. La vertiente Oeste en 8 parcelas reportó 918 individuos, incluidos en 39 familias, 57 géneros y 71 especies.

Las familias más abundantes fueron Leguminosaceae, Myrtaceae, Lauraceae y Bignoniaceae. Las especies de lianas \geq 10 cm de diámetro registradas correspondieron a 8 familias Nyctaginaceae, Apocynaceae, Loganiaceae, Malpigiaceae, Leguminosaceae, Rubiaceae, Ulmaceae y Bignoniaceae. La familia Palmae estuvo representada por dos especies.

4.2. Clasificación y ordenación de la vegetación

4.2.1 Método multivariado: Análisis de conglomerados

Se inició el análisis de conglomerados con la identificación de parcelas extrañas o raras (outliers) tomando el total de la muestra, para esto se utilizaron los índices de valor de importancia de las especies (IVI), y factores de sitio. Este procedimiento parte del principio de semejanza con el vecino más cercano entre dos o más parcelas.

El rango de similitud entre las parcelas fue de 0.408 a 0.811 (Cuadro 2), el valor mínimo correspondió a la parcela 16, que se incluyó en el análisis total de la muestra, puesto que se encuentra por encima del umbral de 0.4 (Anexo 4), recomendado por Wildi y Orloci (1996). Ninguna parcela fue considerada extraña en la muestra, por lo que todas las parcelas se incluyeron en los siguientes análisis.

Cuadro 2. Análisis de parcelas extrañas, en 48 parcelas de 0.25 en las vertientes Este y Oeste de la Serranía del Iñao.

CLASS NO.	FROM	TO	FREQUENCY.
1	0.408	0.456	3
2	0.456	0.505	2
3	0.505	0.553	6
4	0.553	0.602	6
5	0.602	0.651	6
6	0.651	0.699	8
7	0.699	0.748	6
8	0.748	0.796	5
9	0.796	0.845	3
10	0.845	0.893	3

Para la clasificación de las 48 parcelas el programa MULVA 5 realizó el análisis de los IVIs totales de las especies en las parcelas, y el factor de sitio altitud, y generó un dendrograma jerárquico de agrupamiento del total de parcelas en las vertientes E y W, que es presentado en en la Figura 3.

El dendrograma muestra sobre el eje vertical la distribución de las parcelas agrupadas e identificando los valores de fusión de las parcelas sobre el eje horizontal. Fueron discernibles cinco grupos a un nivel de similitud de 0.40. Estos grupos clasificados fueron definidos y ordenados en términos florísticos con relación a la altitud, probando las aglomeraciones de las parcelas a diferentes niveles de fusión, sin embargo, en esta etapa se introdujo el conocimiento ecológico del área de estudio, buscando que cada aglomeración describa y defina las relaciones entre parcelas y dentro de las parcelas.

Los puntos de fusión se analizaron sobre la base de su correspondiente valor de correlación (1 a -1). El punto de fusión que mostró una aproximación a los tipos de bosques diferenciados *a priori* fue de 0.40, que definió 5 grupos (4 de la vertiente E y 1 de la W). La mayor disimilitud alcanzada fue - 0.20 por la presencia de un mayor número de especies diferentes en las parcelas, y la máxima similitud fue 0.70 ubicado en la zona de particiones finas del dendrograma.

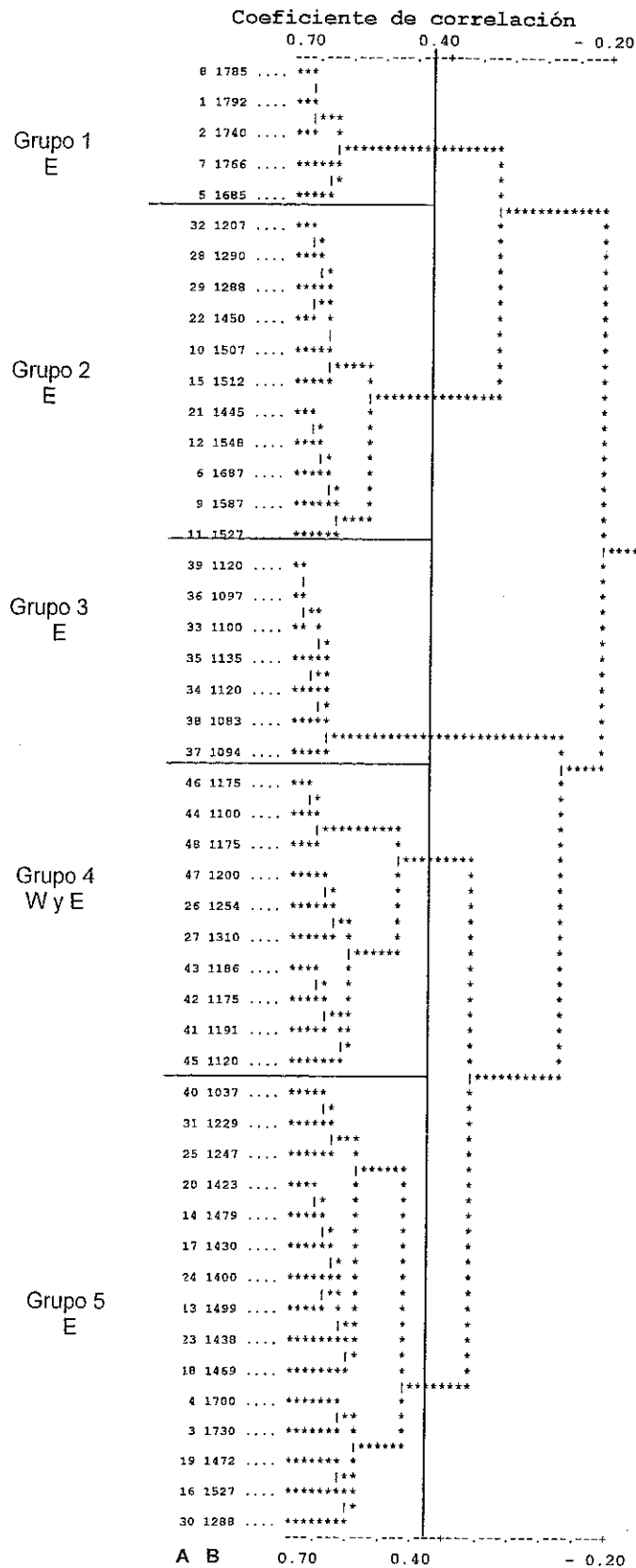


Figura 3. Análisis de conglomerados. Dendrograma de similitud de la vegetación basado en los IVIs de árboles ≥ 10 cm y de frecuencia ≥ 3 , en 48 parcelas de 0.25 ha en las vertientes E y O de la Serranía del Iñao. Con la articulación de la altitud y la clasificación de cinco grupos. A: Número de parcela, B: Altitud msnm.

La clasificación de los grupos al quinto nivel de fusión de acuerdo al procedimiento descrito por Milligan (1985), agrupó el primer conglomerado con 5 parcelas correspondientes a la altitud de 1700 msnm, el segundo conglomerado con 11 parcelas, relacionadas con la altitud de 1500 msnm, 7 parcelas se reunieron formando el tercer conglomerado, mayoritariamente correspondientes a la altitud de 1100 msnm, el cuarto grupo reunió 10 parcelas también a 1100 msnm en la vertiente Oeste y el quinto conglomerado con 15 parcelas correspondientes a la altitud de 1400 msnm, este conglomerado fue el más heterogéneo.

El cuarto grupo separó distintivamente a las 8 parcelas de la vertiente Oeste, junto con las parcelas 26 y 27 que corresponden a la faja altitudinal de 1300 msnm de la vertiente Este. De esta manera, el programa MULVA-5 generó un grupo conformado por parcelas de la vertiente Oeste, más dos de la vertiente Este, interpretándose que estas parcelas, fueron las que más similitud florística y características de sitio poseen con las parcelas de la vertiente W. Pero mucho más intrincada y compleja es la interpretación del segundo grupo, que será discutido en las siguientes secciones.

Asimismo se inició el análisis a nivel de las 40 parcelas de la vertiente Este. Se conformaron los grupos de parcelas con el mismo procedimiento arriba explicado. En esta clasificación se definieron 4 grupos similares al dendrograma con las 48 parcelas, fijando un punto de fusión de 0.41, el punto extremo de disimilitud obtuvo un valor de -0.19 y el de mayor similitud u homogeneidad 0.81 (Fig. 4).

La respuesta de la vegetación a los gradientes ambientales se explica más adelante en la subsección 4.2.4, donde se indica mediante un análisis directo de gradientes ambientales el grado de diferenciación florística de los 4 grupos de parcelas y su relación con las condiciones de sitio.

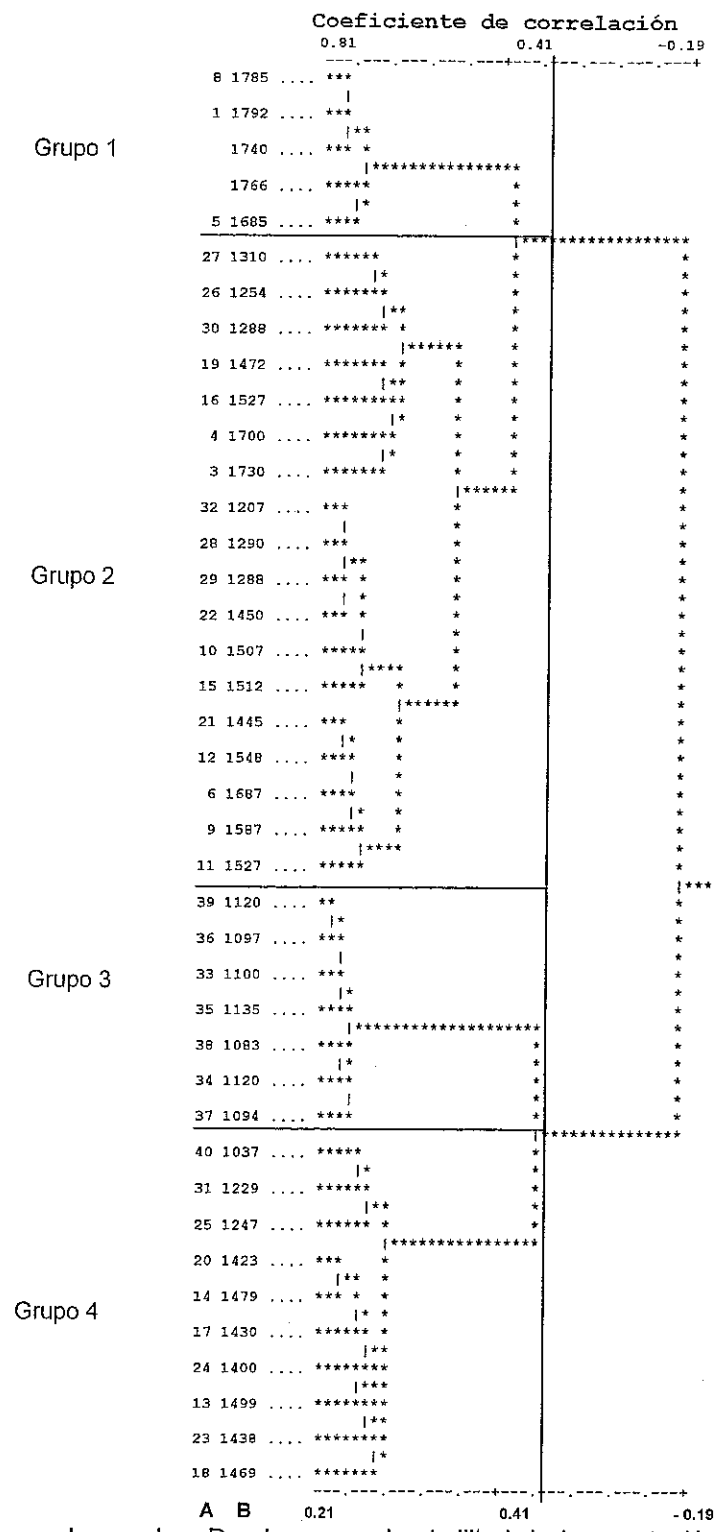


Figura 4. Análisis d conglomerados. Dendrograma de similitud de la vegetación basado en los IVIs de árboles ≥ 10 cm, de frecuencia ≥ 3 , en 40 parcelas de 0.25 ha en la vertiente Este de la Serranía del Iñao. Con la articulación de la altitud y la clasificación de cuatro grupos. A: Número de parcela, B: Altitud msnm.

4.2.2 Análisis de correspondencia de la composición de especies

Con DECORANA (DCA) se ordenó las especies y las parcelas, donde los valores vectoriales (inerencia) en los ejes 1 y 2 fueron 0.733 y 0.328, explicando el 14.01% y 6.07 % respectivamente de la varianza total. Los cambios de la composición florística de la vegetación son mostrados en los ejes que tienen escala de beta-diversidad (sin unidades de desviación estándar-SD) (Cajo 1987), principalmente en toda la dimensión del eje 1, de igual manera, estas diferencias se muestran por medio de las distancias relativas entre grupos de parcelas.

La gran cantidad de información generada por DECORANA (por la aglomeración de puntos), se prestó a causar confusiones en la interpretación de los resultados, por esto, se decidió mantener separados los diagramas de las parcelas y especies, permitiendo así, visualizar mejor la ordenación sobre los ejes de parcelas y especies (Fig. 5a y 5b).

El eje 1 de ambos diagramas, diferenció la correspondencia entre grupos de parcelas y la agrupación de especies asociadas, siguiendo el mismo orden del gradiente altitudinal de ubicación de las parcelas, a partir del cual se identificaron cuatro grupos en la vertiente Este de la serranía. La asociación entre especies y su correspondencia con las parcelas además mostró concordancia con la clasificación de los grupos visiblemente identificados y definidos con el análisis de conglomerados.

Sobre el eje 1 del diagrama de la figura 5a, la asociación del primer grupo de parcelas, localizó su centroide en el valor de 50, y corresponde a la asociación bastante notable de las especies como *Cinnamomum porphyria*, *Cedrela lilloi*, *Blepharocalyx salicifolius*, *Citronella apogon*, y *Prunus integrifolia*. Estas especies tuvieron mayor peso ecológico (IVI) en cada una de las parcelas de este grupo (Anexo 9a). El segundo grupo de parcelas agrupadas localizó su centroide en el valor 200, con asociación de especies importantes como *Nectandra angusta*, *Juglans boliviana*, *Tabebuia lapacho*, *Inga marginata*; y *Siphoneugena occidentales* (Anexo 9b). Siguiendo hacia la derecha, se encontró la asociación del tercer grupo de parcelas, con su centroide localizado en 400, sus especies asociadas dominantes fueron *Anadenathera colubrina*, *Piptadenia viridiflora*, *Myroxylon peruiferum*, *Myrcianthes pungens*, *Tipuana tipu* y *Cordia trichotoma* (Anexo 9c). El cuarto grupo de parcelas ubicó su centroide en el valor 530 , con la clara asociación de especies importantes como *Astronium urundeuva*, *Aspidosperma cylindrocarpon*, *Calycophyllum multiflorum*, y *Tabebuia impetiginosa*, y *Machaerium scleroxylon* (Anexo 9d).

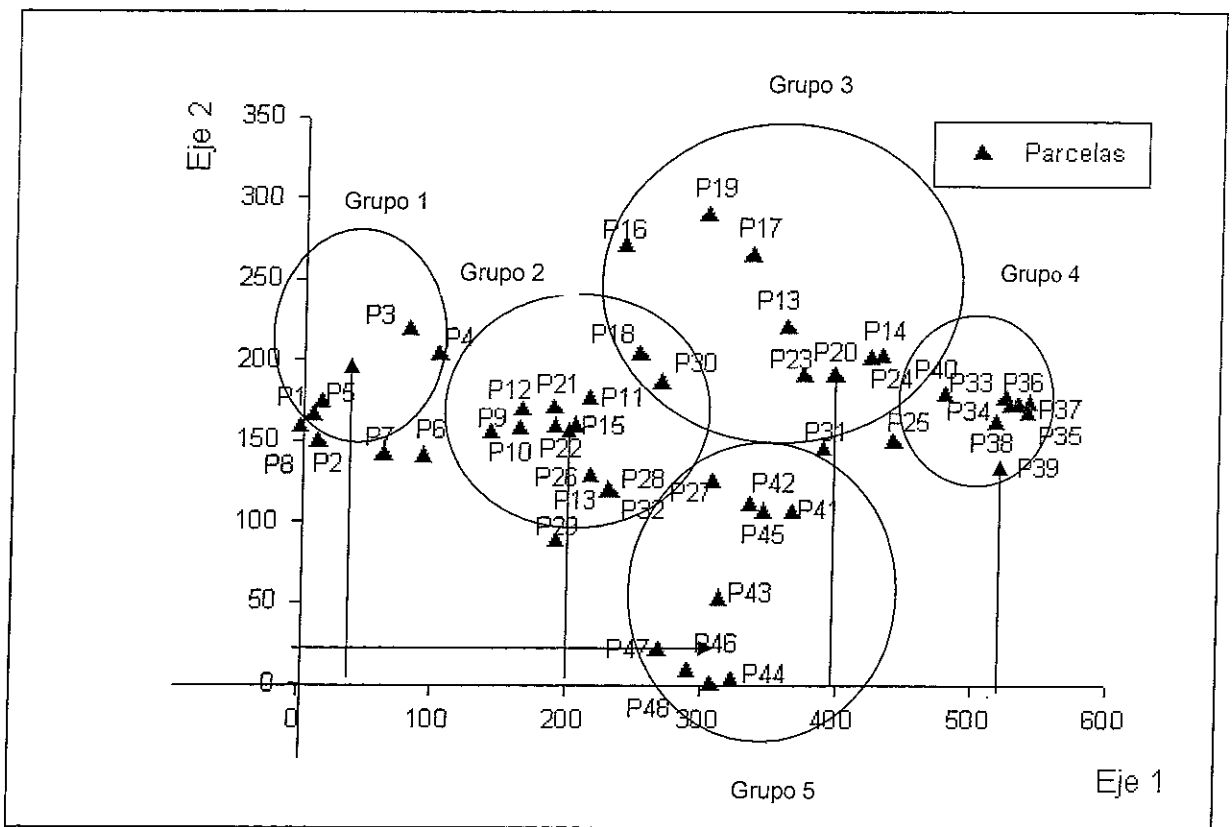


Figura 5 a. DECORANA Ordenación de 48 parcelas. Vertientes Este y Oeste.

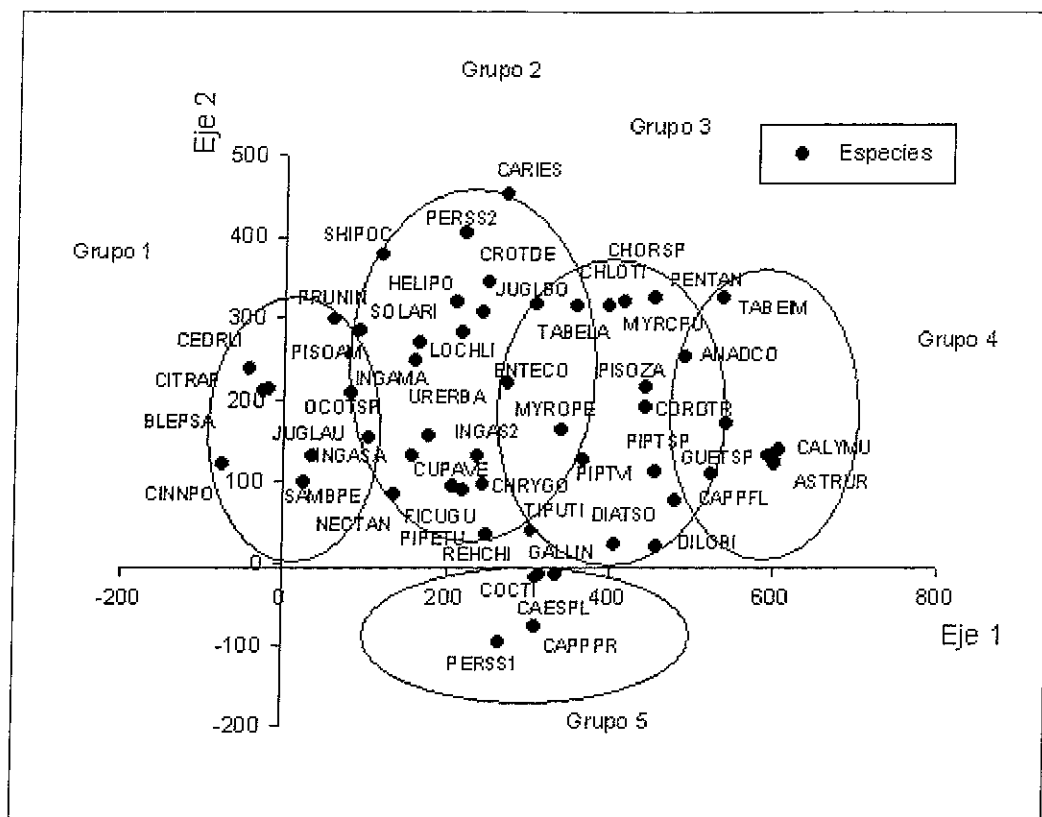


Figura 5 b. DECORANA Ordenación de las cinco especies más abundantes en las parcelas. Basado en el IVI de árboles ≥ 10 cm en 48 parcelas de 0.25 ha en la Serranía del Iñao, Bolivia.

ANADCO (*Anadenanthera colubrina*), ASPICY (*Aspidosperma cylindrocarpon*), ASTRUR (*Astronium urundeuva*), BLEPSA (*Blepharocalyx salicifolius*), CAESPL (*Caesalpinia pluviosa*), CALYMU (*Calicophyllum multiflorum*), CAPPFL (*Capparis flexuosa*), CAPPFR (*Capparis prisca*), CARIES (*Cariniana estrellensis*), CEDRLI (*Cedrela lilloi*), CHLOTI (*Chlorophora tinctoria*), CHORSP (*Chorisia speciosa*), CHRYGO (*Chrysophyllum gonocarpum*), CINNPO (*Cinnamomum porphyria*), CITRAP (*Citronella apogon*), COCCTI (*Coccoloba tiliaceae*), CORDTR (*Cordia trichotoma*), CROTDE (*Croton densiflorus*), CUPAVE (*Cupania vernalis*), DIATSO (*Diatenopteryx sorbifolia*), DILOBI (*Dilodendron bipinnatifidum*), ENTECO (*Enterolobium contortisiliquum*), FICUGU (*Ficus guaranitica*), GALLIN (*Gallesia integrifolia*), GUETSP (*Guettarda* sp), HELIPO (*Heliocarpus popayanensis*), INGAMA (*Inga marginata*), INGAS2 (*Inga* sp2), INGASA (*Inga saltensis*), JUGLAU (*Juglans australis*), JUGLBO (*Juglans boliviana*), MACHSC (*Machaerium scleroxylon*), MYRCPU (*Myrcianthes pungens*), LOCHLI (*Lonchocarpus lilloi*), MYROPE (*Myroxylon peruiferum*), NECTAN (*Nectandra angusta*), OCOTSP (*Ocotea* sp.), PENTAN (*Pentapanax angelicifolius*), PERSS1 (*Persea* sp 1), PERSS2 (*Persea* sp 2), PIPETU (*Piper tucumanensis*), PIPTSP (*Piptadenia* sp), PIPTVI (*Piptadenia viridiflora*), PISOAM (*Pisonia ambigua*), REICHI (*Reichenbachia hirsuta*), PISOZA (*Pisonia zapallo*), PRUNIN (*Prunus integrifolia*), PSEUMA (*Pseudobombax argentinus*), SAMBPE (*Sambucus peruvianus*), SIPHOC (*Siphoneugena occidentalis*), SOLARI (*Solanum riparium*), TABELA (*Tabebuia lapacho*), TABELM (*Tabebuia impetiginosa*), TABELA (*Tabebuia lapacho*), TIPUTI (*Tipuana tipu*), y URERBA (*Urera baccifera*).

El eje 2 explicó una menor proporción de la varianza y con un eje de menor dimensión. Agrupó las siguientes parcelas 41 a 48 de la vertiente Oeste. El centroide de este grupo se localizó en el valor 25 (SD), donde las especies asociadas más importantes fueron *Gallesia integrifolia*, *Capparis prisca*, *Caesalpinia pluviosa*, *Coccoloba tiliaceae* y *Chrysophyllum gonocarpum*. Este grupo igualmente fue identificado mediante el análisis de conglomerados.

No obstante, este eje también marcó los puntos extremos de los grupos respecto a las dos vertientes, en el grupo 4 estuvieron las parcelas 13, 16, 17 y 19, con especies como *Carianiana estrellensis* y *Persea sp 2*, sobre la dimensión negativa de este eje, las parcelas 44, 46, 47 y 48 con especies como *Capparis prisca* y *Persea sp1*.

La clara separación de los grupos de parcelas sobre el eje 2, podría interpretarse como la mejor representación de la disimilaridad de parcelas entre la vertiente E y W.

La heterogeneidad intra-parcelas fue atribuible no solo a la localización de las parcelas en los sitios, en relación a la altitud, si no también podría obedecer a factores locales como topografía e influencia de la pendiente, la distribución de la humedad, características del sustrato, y también al hecho de que las distribuciones de las especies son heterogéneas y no tienen relaciones directas con el ambiente, y más bien están ligadas a factores ecológicos (dispersión, etc).

Ninguna interpretación ecológica o fitosociológica pudo ser asignada al tercer y cuarto eje los cuales mostraron magnitudes vectoriales, en menor proporción al porcentaje de los ejes 1 y 2 (Anexo 5).

4.2.3 Análisis discriminante de factores ambientales y especies

4.2.3.1 Análisis discriminantes de factores ambientales

a. Prueba de Jancey

Para conocer cuales de las variables ambientales y características de sitio ejercieron mayor poder discriminante entre parcelas, se obtuvieron los valores de "F" de la prueba de Jancey para cada una de las variables ambientales y factores de sitio, para toda la muestra en la vertiente Este (40 parcelas), con el siguiente resultado que muestra la ordenación discriminante de 4 variables principales: altitud, pH, profundidad de suelo y pendiente (Cuadro 3).

Cuadro 3. Posición discriminante de las principales variables ambientales y factores de sitio, de 40 parcelas en la vertiente Este de la Serranía del Iñaño, Bolivia. Pr

No	Posición	Variable Ambiental	Valor de F
1	1	altitud	17.759
4	2	pH	4.5321
3.	3	profundidad de suelo	3.0170
2.	4	pendiente	2.7066

En la sinopsis, el factor de sitio con mayor poder discriminante es la altitud.

b. Análisis canónico discriminante

En otro análisis de la relación vegetación – ambiente, se realizó la discriminación canónica (CDA) de variables ambientales y factores de sitio, que es presentado como una extensión multivariada, y como un método simple para el arreglo de los tipos de bosques junto con variables ambientales. La ordenación canónica discriminante no solo es utilizada para estudiar la relación entre los grupos haciendo una simple clasificación, sino también comparando varias clasificaciones en un marco multidimensional (Preston 1962, Gauch y Wentworth 1976).

Los resultados mostraron que la primera función canónica fue la que tuvo alta correlación con los grupos (0.95), y resumió el 75% de la variabilidad; la segunda función canónica tuvo un coeficiente de correlación de 0.81 y sólo resumió el 13 % de la variabilidad. Las funciones canónicas fueron significativas ($Pr|F < 0.0001$, y $Pr>F < 0.0042$) respectivamente (Anexo 6a).

Concluyendo con los resultados del análisis canónico discriminante, se evaluó la igualdad de las medias para el conjunto de las variables ambientales y factores de sitio evaluados (10 variables), la prueba estadística multivariada de F de Wilks Lambda ($Pr>F \alpha = 0.001$), detectó que existen diferencias altamente significativas ($F= 3.42$) entre los 4 grupos de bosques definidos para la vertiente Este, respecto a las variables ambientales canónicas.

Prosiguiendo con el análisis se discriminaron variables ambientales y factores de sitio, en función a comparaciones de sus valores característicos (eigenvalues) de los grupos de bosques en los ejes canónicos: altitud, profundidad de suelo, pendiente, erosión, drenaje y pH.

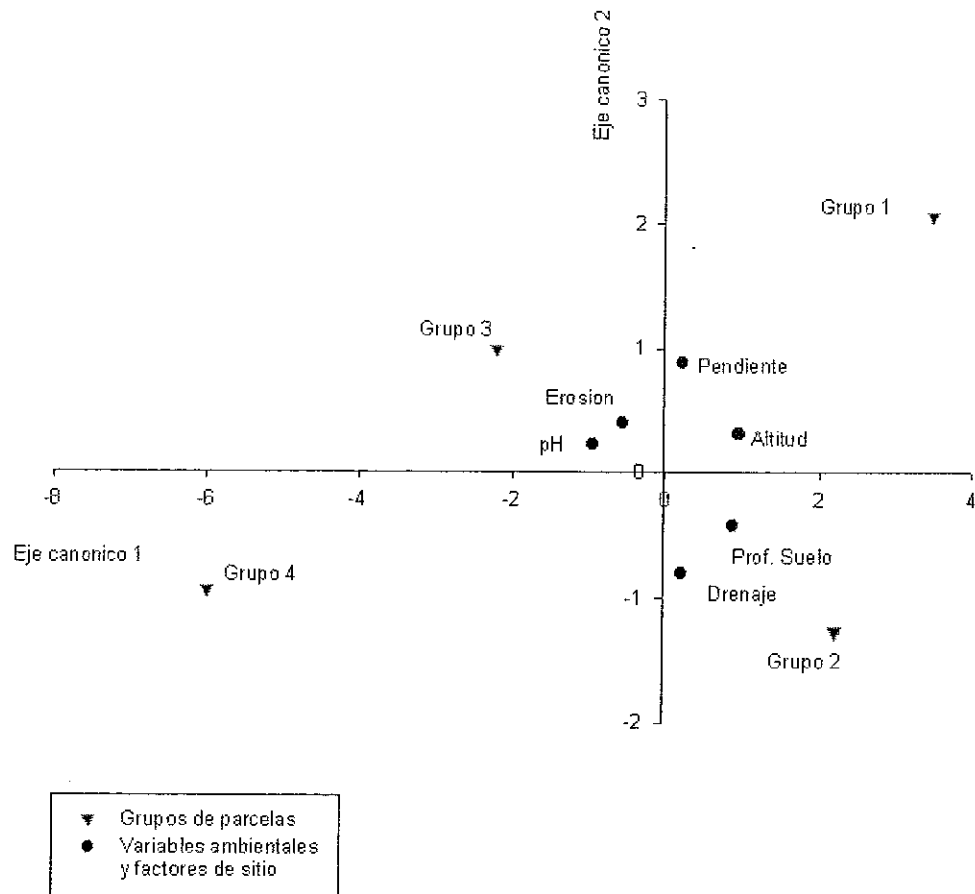


Figura 6. Ejes canónicos discriminantes para variables ambientales y factores de sitio.

Examinado el primer eje canónico (Fig. 6) la ordenación mostró que la mayor variabilidad de variables ambientales y factores de sitio, se redujo a las variables altitud, y profundidad de suelo sobre la dimensión positiva del eje canónico 1, y pH sobre la dimensión negativa. Ambas variables son las que ejercen las diferencias entre grupos y discriminaron con mayor inercia sobre los ejes canónicos. En el eje canónico 2, las variables pendiente, drenaje y erosión, ejercieron menor influencia y no fueron determinantes en la interpretación del diagrama (Anexo 6b y 6c).

La interpretación de la ordenación de las variables ambientales más importantes (altitud, pH, pendiente y profundidad de suelo), respecto a su relación con los grupos de parcelas, en el diagrama canónico (Fig. 6), el grupo 4 presenta mayor magnitud vectorial (negativa) en el eje canónico 1, sobre el eje canónico 2, este grupo a su vez, mostró más relación con el grupo 3,

pero se ubicó más distante de los grupos 1 y 2 con los cuales presenta mayores diferencias respecto a las condiciones de sitio. Respecto al grupo de parcelas 1 este difiere de los otros 3 grupos en función al factor de sitio altitud, sin embargo, con el grupo 2 tiene semejanza en cuanto a la profundidad de suelo y drenaje mientras que con el grupo 3 tiene semejanza en términos de pH.

La diferencia entre los 4 grupos, por su inercia sobre los ejes canónicos fue suficientemente amplia para identificar su relación con las condiciones de sitio y representaron las características muy importantes de la vegetación (Anexo 6d)

Corroborando las interpretaciones derivadas del análisis de varianza de las variables ambientales y factores de sitio en los 4 grupos, se realizó un análisis de varianza (ANDEVA $Pr > F \alpha = 0.05$) que permitió encontrar diferencias significativas para 5 variables ambientales y factores de sitio, con mayor poder discriminante (Cuadro 4).

Cuadro 4. ANDEVA $Pr > F \alpha = 0.05$ y Prueba de Tukey de factores ambientales y de sitio de 40 parcelas en la vertiente Este de la Serranía del Iñao. Tukey $\alpha = 0.05$. Las letras iguales en las filas no son significativamente diferentes.

Variable ambiental/factor de sitio	F Value	Pr > F	Tukey			
			Grupo 1 1700 msnm	Grupo 2 1500 msnm	Grupo 3 1400 msnm	Grupo 4 1100 msnm
Altitud	24.33	<.0001	A	B	B	C
PH	10.85	<.0001	B	B	AB	A
Profundidad de Suelo	3.97	0.0153	AB	A	AB	B
Drenaje	3.48	0.0257	A	A	A	A
Pendiente	2.92	0.0473	A	B	AB	AB
Erosión	1.49	0.2340	A	A	A	A

Finalmente, mediante la comparación estadística de las medias de las variables ambientales de los cuatro grupos (Tukey $\alpha = 0.05$), respecto a la altitud, los grupos 1 y 4 son diferentes de los dos restantes, sin embargo entre los grupos 2 y 3 no hay diferencias. Tampoco existen diferencias de pH de entre los grupos 1, 2 y 3, pero los grupos 1 y 2 si difieren en cuanto a pH del grupo 4. Los grupos 2 y 4 difieren entre si, pero no se diferencian de los grupos 1 y 3 respecto a la variable profundidad de suelo. Para la variable pendiente, difieren entre sí los grupos 1 y 2, pero estos no se diferencian de los restantes grupos. La prueba de Tukey no detecta diferencia entre los grupos de parcelas para el factor de sitio de drenaje.

4.2.3.2 Análisis discriminante de especies

La categorización de las especies con valores de F de *Jancey*, ofreció información para el total de las especies con mayor poder de discriminación, en esta prueba únicamente se eliminaron las especies de frecuencia 1 ($Fr=1$).

Cuadro 5. Posición discriminante de las principales especies arbóreas ≥ 10 cm de DAP, en la Serranía del Iñao, Bolivia.

Posición	Especie	Valor de F
1	<i>Astronium urundeuva</i>	75.068
2	<i>Cedrela lilloi</i>	60.304
3	<i>Inga marginata</i>	51.234
4	<i>Calycophyllum multiflorum</i>	46.691
6	<i>Blepharocalyx salicifolius</i>	31.987
7	<i>Nectandra angusta</i>	28.728
8	<i>Cinnamomum porphyria</i>	28.507
9	<i>Anadenanthera colubrina</i>	25.573
10	<i>Juglans boliviana</i>	24.670
12	<i>Aspidosperma cylindrocarpon</i>	20.446
14	<i>Citronella apogon</i>	20.370
15	<i>Tabebuia impetiginosa</i>	19.861
16	<i>Machaerium scleroxylon</i>	18.104
22	<i>Piptadenia sp</i>	9.6626
23	<i>Inga sp2</i>	8.4719
24	<i>Cordia trichotoma</i>	8.4719
27	<i>Gallesia integrifolia</i>	7.5290
28	<i>Juglans australis</i>	7.4783
33	<i>Cupania vernalis</i>	5.3369
35	<i>Myroxylon peruiferum</i>	5.2447
38	<i>Ocotea sp</i>	4.4089
41	<i>Chrysophyllum gonocarpum</i>	4.1508
45	<i>Persea sp2</i>	3.3620
46	<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	3.2698
52	<i>Myrciaria sp</i>	2.4932
53	<i>Reichenbachia hirsuta</i>	2.4277
59	<i>Eugenia uniflora</i>	2.2898
63	<i>Eugenia moraviana</i>	2.0569
65	<i>Cedrela fissilis</i>	1.9728
67	<i>Tabebuia lapacho</i>	1.9335
68	<i>Tabebuia sp</i>	1.8918
70	<i>Tipuana tipu</i>	1.7757
71	<i>Calycorectes psidiiflorus</i>	1.7643
77	<i>Parapintadenia excelsa</i>	1.6096
79	<i>Myrcianthes pungens</i>	1.5285

En este procedimiento, las especies con distribución restringida se ubicaron en los primeros valores de la lista de valores de "F" ordenados en orden descendente, y los de amplia distribución en los últimos puestos de la categorización. Con base en la abundancia-dominancia

de las especies, y la significancia de correlaciones entre especies en las parcelas, procesados con el programa MULVA-5, fueron 35 las especies más importantes por su posición y capacidad de explicar la variabilidad de la composición de especies entre grupos y dentro de los grupos (Cuadro 5). Los valores de discriminación oscilan entre especies como *Astronium urundeuva* (Anacardiaceae) ($F=75.068$) y *Myrcianthes pungens* (Myrtaceae) ($F= 1.5285$).

4.2.4 Análisis directo de gradientes ambientales

En las relaciones de los gradientes ambientales, se debe entender que esencialmente existen correlaciones para los cuales el contexto de la interdependencia y causalidad son inadecuadamente conocidos, aunque algunas de estas pueden ser simplemente coincidentes y no causales; se entiende que son expresión de dos variables particulares medidas y resultado de muchas influencias recíprocas y procesos cíclicos que relacionan comunidades y el ambiente en los ecosistemas. Sin embargo, en algunos casos cuando la correlación es fuerte se debe analizar como afecta funcionalmente a la gradiente la magnitud de uno respecto al otro (Whittaker 1973).

4.2.4.1 Método de Ordenación *Fuzzy*

La ordenación de las parcelas, mediante el método de agrupamiento *Fuzzy* distingue la relación del gradiente ambiental con el gradiente de vegetación. Sobre un eje cartesiano, el eje *y*, compara la variación del factor ambiental. El eje *x* corresponde al segundo vector, representando el factor ambiental asociado a la similitud entre parcelas, ambos ejes tienen rangos de valores entre cero y uno.

El diagrama de dispersión en la Figura 8, corresponde al análisis de la altitud. Sobre el eje *y* se observa el gradiente directo de altitud, donde cero el valor más bajo y uno el más alto. El eje *x* representa los valores del sitio (altitud) esperados con base en las características florísticas de las parcelas, donde cero corresponde a las parcelas de más alta similitud cuando el valor ambiental es el más bajo y uno cuando el valor ambiental es el más alto. Es importante resaltar que para este análisis el orden de las parcelas y grupos corresponden al dendrograma de las 40 parcelas (Fig 4).

El gradiente altitud tuvo una tendencia diagonal positiva creciente, con un alto coeficiente de correlación ($r = 0.81$) entre el factor de sitio y el gradiente de vegetación, que expresa una fuerte

asociación entre la elevación real y la aparente. Los grupos de parcelas se ordenan de manera secuencial respecto al gradiente altitud.

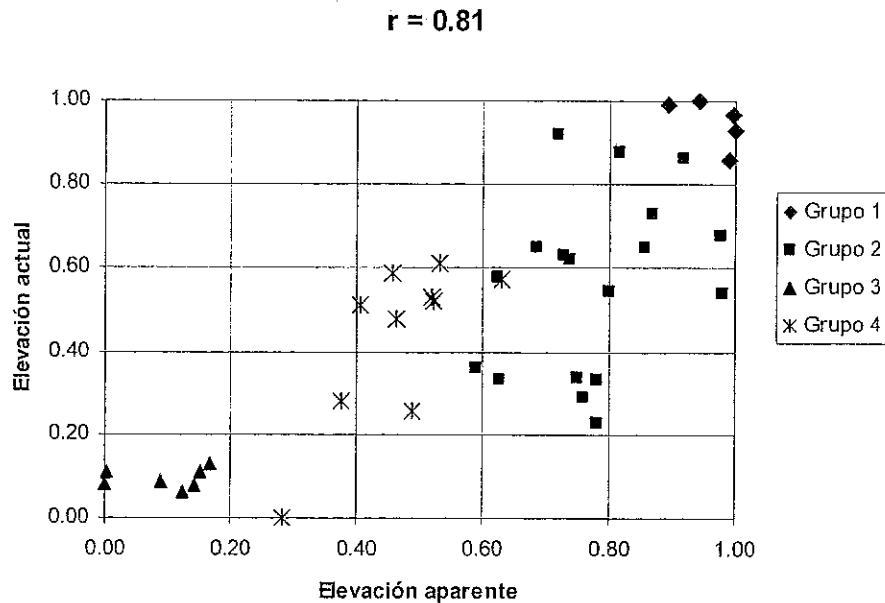


Figura 7. Análisis directo de Gradientes. Método *Fuzzy*. 40 parcelas de la vertiente E. Gradiente de vegetación asociado con la altitud. Grupo 1: parcelas 1700 msnm, Grupo 2: parcelas 1500 msnm, Grupo 3: parcelas 1100 msnm, Grupo 4: parcelas 1400 msnm.

Observando el mosaico vegetal de la Figura 7, los puntos más próximos al origen poseen la elevación más baja 1100 msnm, y reunieron a las parcelas del grupo 3 (promedio =1107.00 m, mediana =1100.00, límite inferior =1083.00, límite superior =1135.00 y desviación estándar =18.33) y están concentradas en un rango de elevación actual de 0.05 a 0.13 y una elevación aparente de 0.00 a 0.17.

Los puntos más alejados correspondieron al grupo 1 (promedio =1753.60 m, mediana=1766.00, límite inferior =1685.00, límite superior =1792.00 y desviación estándar = 43.32) con un rango de elevación actual de 0.85 a 1 y elevación aparente de 0.89 a 1.00 y representan la elevación más alta. La variabilidad de la ubicación del gradiente de vegetación con la altura, mediante este análisis, continuó fuertemente influenciado por la altitud.

El tramo altitudinal del grupo 2 (promedio =1462.72, mediana=1462.72, límite inferior = 1207.00, límite superior = 1530.00 y desviación estándar = 16.36) y el 4 (promedio = 1365.10, mediana = 1426.50, límite inferior =1037.00, límite superior = 1499.00 y desviación estándar = 147.54), se agruparon en los puntos de elevación intermedios. El primero presentó valores de elevación

actual de 0.23 a 0.60 y 0.28 a 0.63 de elevación aparente y en el grupo 4 el rango de elevación actual es de 0.22 a 0.92 y la elevación aparente de 0.59 a 0.98.

El gráfico distanció los 4 tipos de bosques, y presenta pocas parcelas que escapan al agrupamiento. La aparente intersección entre dos parcelas de los grupos 2 y 4 (parcelas 27 y 30) y también el traslape de dos parcelas del grupo 2, con el 4, (parcelas 18 y 19), probablemente es originado debido a que estas parcelas tienen altitudes próximas. Aunque también los conglomerados las agruparon en grupos diferentes, esto puede ser atribuible a la presencia de gradientes ambientales no analizados específicamente en este estudio. Por ejemplo, la humedad, como las parcelas 26 y 27 que se ubicaron cerca de terrazas de fondos de valles, donde probablemente interfiere un gradiente de humedad.

En el gradiente de vegetación con relación al pH, los puntos del mosaico que representan a las parcelas mostraron una tendencia más dispersa y se acumulan con disposición lineal en uno a tres niveles (Fig. 8), donde la intensidad de asociación de las parcelas, tuvo un coeficiente de correlación de 0.48, considerado una correlación moderada. Existen notoriamente parcelas que escaparon a la agrupación en los 4 grupos, es decir que no hay una asociación clara entre los patrones de vegetación y el pH.

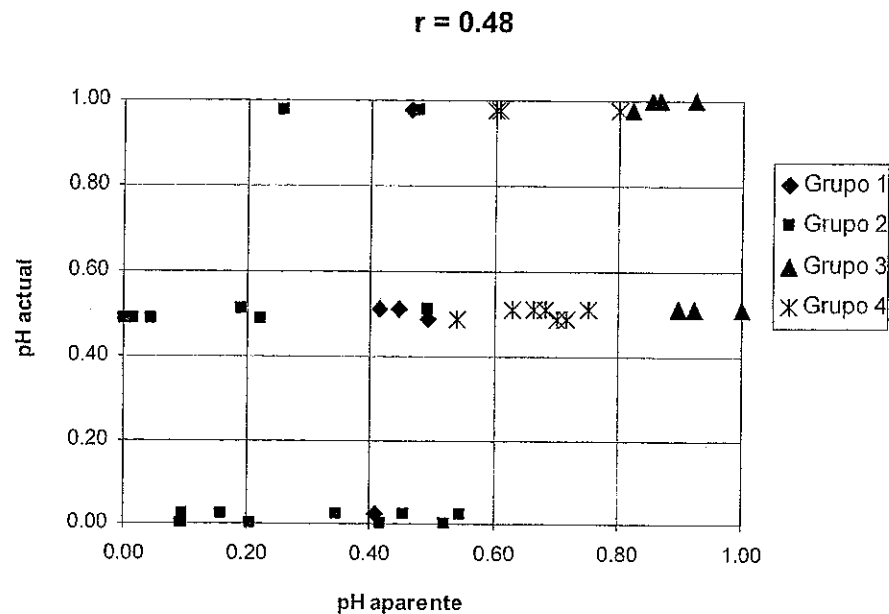


Figura 8. Análisis directo de Gradientes. Método *Fuzzy*. 40 parcelas de la vertiente. Gradiente de vegetación asociado con el pH. Grupo 1: parcelas 1700 msnm, Grupo 2: parcelas 1500 msnm, Grupo 3: parcelas 1100 msnm, Grupo 4: parcelas 1400 msnm.

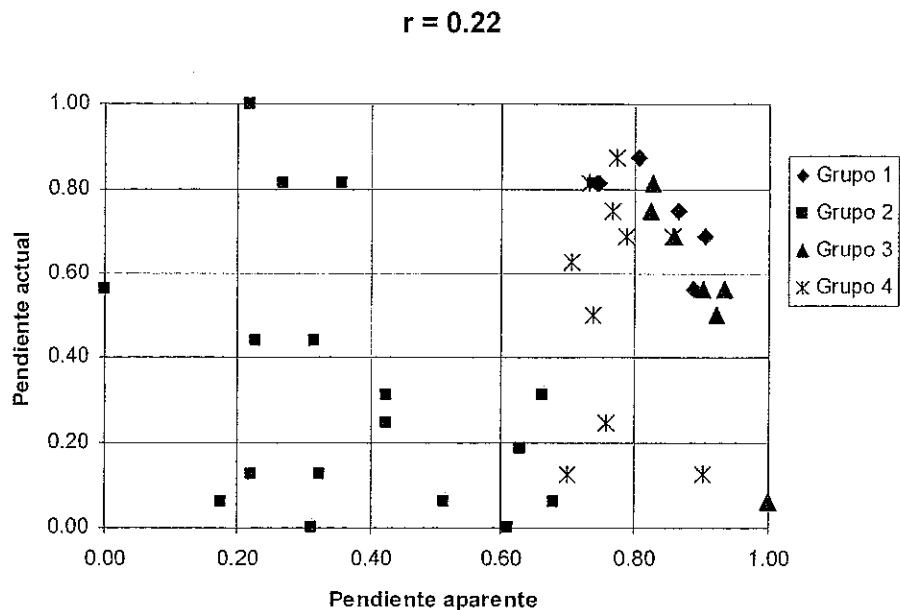


Figura 10. Análisis directo de Gradientes. Método *Fuzzy*. 40 parcelas de la vertiente E Gradiente de vegetación asociado con la pendiente. Grupo 1: parcelas 1700 msnm, Grupo 2: parcelas 1500 msnm, Grupo 3: parcelas 1100 msnm, Grupo 4: parcelas 1400 msnm.

Los coeficientes de correlación para profundidad de suelo y pendiente no mostraron significancia en la relación de estos factores de sitio y el gradiente de vegetación, pero si se observa la agrupación de las parcelas. Respecto a la pendiente las parcelas se agrupan mejor y tienen una tendencia casi diagonal (correlación positiva) (Fig. 9 y 10).

4.2.5 Clasificación de las asociaciones de bosques

La síntesis de la vegetación se obtuvo con la ordenación de las especies en una tabla fitosociológica generada por el programa MULVA-5, a través de comparaciones analíticas de los dendrogramas de similitud, integrando además los análisis de correspondencia de la composición de las parcelas (DECORANA), y el análisis directo de gradientes ambientales (Método *Fuzzy*).

Las especies y las parcelas se agruparon formando 5 tipos de bosques (asociaciones), identificando especies características, diferenciales y acompañantes o indiferentes para cada tipo de bosque, las especies características corresponden y son coincidentes con las especies de mayor poder de discriminación.

La vegetación de la Serranía del en el área de estudio está integrada por cinco tipos de bosques identificados en un gradiente florístico altitudinal en el rango de 1000 a 1800 msnm. La tabla Fitosociológica (Cuadro 6), presenta a los siguientes tipos de bosques nombrados de manera sintaxonómica:

Vertiente Este:

- | | |
|----------|---|
| Bosque 1 | Bosque de <i>Cedrela lilloi</i> (cedro) y <i>Cinnamomum porphyria</i> (laurel) |
| Bosque 2 | Bosque de <i>Tabebuia lapacho</i> (lapacho) y <i>Nectandra angusta</i> (lenguacho) |
| Bosque 3 | Bosque de <i>Myroxylon peruiferum</i> (quina) y <i>Tijuana tipu</i> (tipa) |
| Bosque 4 | Bosque de <i>Astronium urundeuva</i> (cuchi) y <i>Calycophyllum multiflorum</i> (palo blanco) |

Vertiente Oeste:

- | | |
|----------|--|
| Bosque 5 | Bosque de <i>Caesalpinia pluviosa</i> (momoqui) y <i>Gallesia integrifolia</i> (ajo) |
|----------|--|

A partir de la definición de estos bosques, se sigue un orden secuencial de mayor a menor altitud, por lo que el grupo 3 denominado así en los análisis de conglomerados y Fuzzy pasa a ser el bosque de *Astronium urundeuva-Calycophyllum multiflorum* (grupo 4), y el grupo 4 el bosque de *Myroxylon peruiferum-Tijuana tipu*.

Descripción de los tipos de bosques

En el punto de la gradiente altitudinal de 1700 m se presentó un tipo de bosque nombrado como bosque de *Cedrela lilloi-Cinnamomum porphyria* (Fig. 11), por sus especies características. Este bosque se definió con base en la agrupación de 7 parcelas, todas correspondientes a un rango altitudinal de 1685 a 1792 msnm. Se encontraron en este bosque otras especies como *Juglans australis*, *Blepharocalyx salicifolius*, *Citronella apogon*, *Prunus integrifolia*, además de *Cordylne dracaenoides*, y *Styrax argenteus* (Anexo 9a), estas dos últimas características del subdosel. Estas especies coinciden con las especies nombradas en los bosques tucumano-bolivianos de Argentina correspondientes al piso inferior y en su transición al piso montano superior (Hueck 1978, Cabrera, 1976, Brown 1995). Es característico de este tipo de bosque su requerimiento de alta humedad atmosférica y lluvias abundantes donde las orquídeas y helechos son abundantes.

A 1500 m de altitud está el bosque de *Tabebuia lapacho-Nectandra angusta*. Para caracterizar este bosque se agruparon 16 parcelas ubicadas en un rango altitudinal de 1207 a 1687 msnm, correspondientes a los puntos en la gradiente de 1300 y 1500 msnm, en su composición tiene la abundancia de varias especies de Lauraceae como *Nectandra angusta* y especies del género *Persea*. Las especies más importantes y abundantes del dosel fueron *Chrysophyllum gonocarpum*, *Cupania vernalis*, *Enterolobium contortisiliquum* y en el subdosel *Inga marginata*, *Heliocarpus popayanensis* y *Urera baccifera* entre otras.

Cuadro 6 TABLA FITOSOCIOLOGICA

Variable: % IV de especies. Fr23

Tipos de bosques	Bosque 1 <i>Cedrela lilloi-</i> <i>Cinnamomum parphyria</i>							Bosque 2 <i>Tabebuia lapacho-Nectandra angusta</i>							Bosque 3 <i>Myroxylon peruferum-</i> <i>Tipuana tipu</i>							Bosque 4 <i>Astronium urundeuve-</i> <i>Calycophyllum multiflorum</i>							Bosque 5 <i>Caesalpinia pluviosa-</i> <i>Galearia integrifolia</i>																				
	RELEVE No.	1	2	3	4	5	7	8	6	9	10	11	12	15	16	18	21	22	26	27	28	30	32	13	14	17	19	20	23	24	25	31	40	33	34	35	36	37	38	39	41	42	43	44	45	46	47	48	
<i>alluvia (marra)</i>	1732	1740	1730	1700	1685	1765	1765	1687	1697	1607	1527	1548	1512	1527	1469	1445	1450	1254	1310	1290	1268	1267	1469	1478	1430	1472	1423	1438	1400	1247	1229	1037	1100	1120	1135	1097	1054	1083	1120	1191	1175	1168	1100	1120	1175	1200	1175		
<i>pendiente (%)</i>	70	80	80	30	80	85	75	40	50	60	80	85	30	35	25	15	35	20	80	25	15	20	65	70	75	40	65	55	70	90	25	26	80	75	70	60	85	20	60	0	50	20	30	20	9	35	40		
<i>profundidad de suelo</i>	4	3	4	4	3	3	3	3	3	3	4	4	3	4	3	4	5	4	4	4	4	4	2	3	3	3	3	3	2	2	5	4	3	3	2	2	3	3	3	3	4	3	4	3	4	3	5	4	
<i>pH</i>	5.0	5.5	4.0	4.0	4.5	5.5	6.0	4.0	4.5	5.5	6.0	5.0	5.0	4.0	4.5	4.5	4.5	4.0	5.5	5.0	6.0	6.0	5.5	5.0	5.5	4.5	5.5	6.0	5.5	5.0	6.0	6.0	5.5	6.5	6.0	5.5	5.5	6.5	6.5	6.0	6.5	6.5	6.5	6.0	6.5	6.5	6.5	6.0	
<i>textura</i>	FA	FA	FA	FA	FA	FA	FA	FA	FA	FA	FA	FA	FA	FA	FA	FA	FA	FA	FA	FA	FA	FA	FA	FA	FA	FA	FA	FA	FA	FA	FA	FA	FA	FA	FA	FA	FA	FA	FA	FA	FA	FA	FA	FA	FA	FA	FA		
<i>topografía</i>	LA	LA	LA	LA	LA	LA	LA	LA	LA	LA	LA	LA	LA	LA	LA	LA	LA	LA	LA	LA	LA	LA	LA	LA	LA	LA	LA	LA	LA	LA	LA	LA	LA	LA	LA	LA	LA	LA	LA	LA	LA	LA	LA	LA	LA	LA	LA		
<i>relieve</i>	CX	CN	PL	G	CX	PL	CN	CN	CN	CN	CX	CN	G	CN	PL	G	PL	CN	PL	O	O	O	CN	CN	CX	CX	CX	CX	CX	CX	PL	CN	CX	CN	CX	CN	CX	CX	CX	PL	G	G	G	G	G	PL	PL	G	
<i>densidad</i>	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	2	1	3	2	3	3	3	1	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	2	2	1	2	2	1	
<i>sección</i>	1	1	2	1	2	2	2	1	1	2	1	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	3	2	2	3	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	
<i>altura dosel (m)</i>	20	15	18	20	22	21	25	25	18	16	14	20	20	15	18	15	22	16	15	20	16	17	17	22	18	25	18	25	19	15	25	14	20	16	14	18	14	12	15	15	17	18	16	12	13	15	16	15	
<i>altura dosel max (m)</i>	25.5	22.8	31.3	29.2	25.0	32.4	31.0	30.0	23.2	26.7	21.4	29.3	31.5	24.1	17.6	25.3	27.6	23.9	18.0	21.7	22.9	26.9	22.5	27.8	23.3	28.9	24.5	30.4	21.5	20.8	31.0	19.3	27.4	24.9	20.0	24.0	24.2	18.0	18.0	28.6	22.4	21.7	20.4	29.2	25.0	22.8	19.9		
<i>cobertura total (%)</i>	70	60	70	75	85	85	85	70	60	70	65	70	70	75	65	80	75	85	60	75	80	75	70	85	85	85	85	90	85	80	80	75	70	80	85	80	75	75	75	80	75	70	75	65	60	80	80	65	
<i>cobertura serotónica (%)</i>	2	2	3	1	2	1	3	2	3	1	3	3	1	2	1	1	2	1	2	1	2	1	1	2	2	3	2	3	2	3	2	1	1	2	1	1	1	1	1	2	2	2	1	2	2	1	2	1	
<i>Blechnaceae salicifolius</i>	4	6	3	0	1	2	5	5	5	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
<i>Cedrela lilloi</i>	3	2	3	4	7	5	13	5	2	3	4	7	5	13	5	2	3	4	7	5	13	5	5	2	3	4	7	5	13	5	2	3	5	2	3	4	7	5	13	5	2	3	4	7	5	13	5	2	3
<i>Cinnamomum parphyria</i>	3	3	2	1	5	0	7	3	3	2	1	5	0	7	3	3	2	1	5	0	7	3	3	3	2	1	5	0	7	3	3	2	3	3	2	1	5	0	7	3	3	2	1	5	0	7	3	3	2
<i>Crotalaria apogon</i>	3	1	4	2	8	2	9	3	1	4	2	8	2	9	3	1	4	2	8	2	9	3	3	1	4	2	8	2	9	3	1	4	3	1	4	2	8	2	9	3	1	4	2	8	2	9	3	1	4
<i>Juglans australis</i>	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
<i>Pinus integrifolia</i>	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
<i>Ocotea sp</i>	2	7	8	8	3	1	2	8	8	3	1	2	8	8	3	1	2	8	8	3	1	2	8	8	3	1	2	8	8	3	1	2	8	8	3	1	2	8	8	8	8	3	1	2	8	8	3	1	2
<i>Simonsiopsis occidentalis</i>	2	7	5	1	2	5	6	2	7	5	1	2	5	6	2	7	5	1	2	5	6	2	2	7	5	1	2	5	6	2	7	5	2	7	5	1	2	5	6	2	7	5	1	2	5	6	2	7	5
<i>Alphitonia edulis</i>	2	7	5	1	2	5	6	2	7	5	1	2	5	6	2	7	5	1	2	5	6	2	2	7	5	1	2	5	6	2	7	5	2	7	5	1	2	5	6	2	7	5	1	2	5	6	2	7	5
<i>Nectandra angusta</i>	4	3	14	3	15	14	1	4	3	14	3	15	14	1	4	3	14	3	15	14	1	4	3	14	3	15	14	1	4	3	14	4	3	14	3	15	14	1	4	3	14	3	15	14	1	4	3	14	
<i>Tabebuia lapacho</i>	0	9	15	2	5	2	4	0	9	15	2	5	2	4	0	9	15	2	5	2	4	0	9	15	2	5	2	4	0	9	15	0	9	15	2	5	2	4	0	9	15	2	5	2	4	0	9	15	
<i>Ipse marginata</i>	4	9	3	8	5	1	1	4	9	3	8	5	1	1	4	9	3	8	5	1	1	4	9	3	8	5	1	1	4	9	3	4	9	3	8	5	1	1	4	9	3	8	5	1	1	4	9	3	
<i>Chrysophyllum gonocarpum</i>	3	9	1	4	1	5	1	3	9	1	4	1	5	1	3	9	1	4	1	5	1	3	9	1	4	1	5	1	3	9	1	3	9	1	4	1	5	1	3	9	1	4	1	5	1	3	9	1	
<i>Urea bacillaria</i>	2	6	1	2	6	1	2	2	6	1	2	6	1	2	2	6	1	2	6	1	2	2	6	1	2	6	1	2	2	6	1	2	6	1	2	6	1	2	2	6	1	2	6	1	2	2	6	1	
<i>Juglans boliviana</i>	2	6	1	2	6	1	2	2	6	1	2	6	1	2	2	6	1	2	6	1	2	2	6	1	2	6	1	2	2	6	1	2	6	1	2	6	1	2	2	6	1	2	6	1	2	2	6	1	
<i>Entandriobium confertiflorum</i>	0	7	1	7	1	7	1	0	7	1	7	1	7	1	0	7	1	7	1	7	1	0	7	1	7	1	7	1	0	7	1	0	7	1	7	1	7	1	0	7	1	7	1	7	1	0	7	1	
<i>Cratogeomys</i>	3	9	3	8	5	1	1	3	9	3	8	5	1	1	3	9	3	8	5	1	1	3	9	3	8	5	1	1	3	9	3	3	9	3	8	5	1	1	3	9	3	8	5	1	1	3	9	3	
<i>Pyrene ambigua</i>	3	9	3	8	5	1	1	3	9	3	8	5	1	1	3	9	3	8	5	1	1	3	9	3	8	5	1	1	3	9	3	3	9	3	8	5	1	1	3	9	3	8	5	1	1	3	9	3	
<i>Erythrina domingensis</i>	1	8	1	8	1	8	1	1	8	1	8	1	8	1	1	8	1	8	1	8	1	1	8	1	8	1	8	1	1	8	1	1	8	1	8	1	8	1	1	8	1	8	1	8	1	1	8	1	
<i>Myroxylon periferum</i>	1	8	1	8	1	8	1	1	8	1	8	1	8	1	1	8	1	8	1	8	1	1	8	1	8	1	8	1	1	8	1	1	8	1	8	1	8	1	1	8	1	8	1	8	1	1	8	1	
<i>Anadenanthera colubrina</i>	1	8	1	8	1	8	1	1	8	1	8	1	8	1	1	8	1	8	1	8	1	1	8	1	8	1	8	1	1	8	1	1	8	1	8	1	8	1	1	8	1	8	1	8	1	1	8	1	
<i>Myrciella floribunda</i>	1	8	1	8	1	8	1	1	8	1	8	1	8	1	1	8	1	8	1	8	1	1	8	1	8	1	8	1	1	8	1	1	8	1	8	1	8	1	1	8	1	8	1	8	1	1	8	1	
<i>Myrciella pluviosa</i>	1	8	1	8	1	8	1	1	8	1	8	1	8	1	1	8																																	

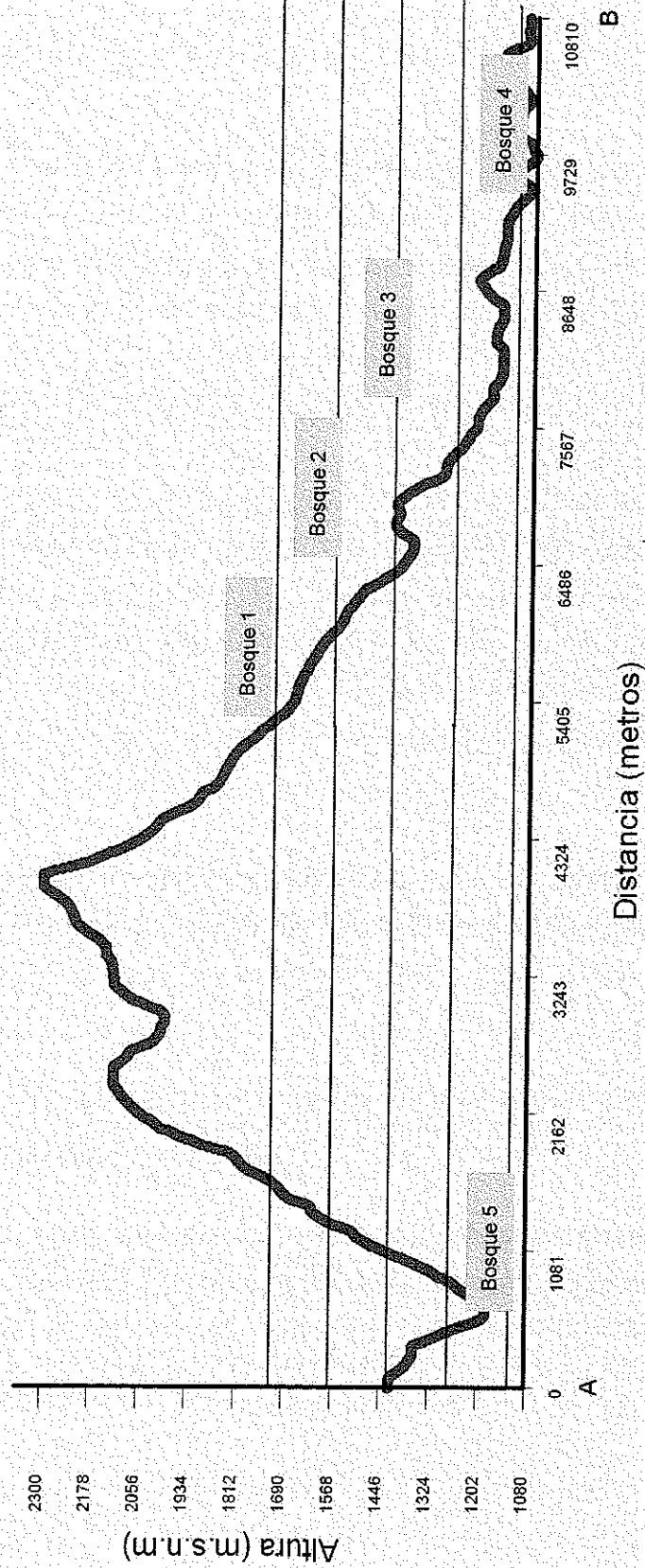
La agrupación de parcelas de 1300 m de elevación con las de 1500 m en los dendrogramas (Fig.3 y 4) y el diagrama de DECORANA (Fig.5), se respalda en función a características sitio y sus efectos locales que influyen en la distribución de la vegetación. El factor local que estaría influyendo sería la topografía, puesto que algunas de las parcelas de la altitud de 1300, se encuentran en fondos de valles y bordeando causes de agua, en relieves casi planos a ligeramente convexos y ondulados.

Remarcamos que en las parcelas de este grupo, se nota la abundancia de especies que parecen tener mayor amplitud ecológica, probablemente condicionada por un gradiente de humedad o su relación con otras variables de suelo y factores ambientales. Al parecer varias de las especies ubicadas en las parcelas de 1500 msnm, se reagruparon con especies de las parcelas de 1300 msnm de altitud, las especies se distribuyen descendiendo de una altitud a otra, principalmente bordeando quebradas y terrazas, sin entremezclarse con especies que caracterizan las parcelas ubicadas a la altitud de 1400 msnm. Este bosque igualmente se encuentra en el piso inferior de la formación Tucumano - Boliviano, y con mayor similitud en su composición con los bosques subtropicales de Myrtáceas y Laureles (Hueck 1978) o la Selva de Myrtáceas (Solomon 1987).

El bosque de *Myroxylon peruiferum*-*Tipuana tipu*, se ubica en la faja altitudinal correspondiente a la altitud de 1400 msnm. Este bosque reunió unas pocas parcelas de altitudes de 1500 msnm, y una de 1100 msnm. Las 10 parcelas en sí están en el rango altitudinal de 1037 a 1499 m. El estrato superior del bosque estaría formado por *Anadenanthera colubrina*, *Piptadenia viridiflora*, *Myrcianthes pungens*, *Aspidosperma cylindrocarpon*, en el subdosel *Pisonia zapallo* y *Luehea candicans* además de varias otras especies.

La característica más sobresaliente de este bosque, es que al parecer casi siempre se establece en laderas medias a altas y cimas, y en relieves más expuestos a los vientos y ambientes relativamente más secos. Altitudinalmente corresponde al piso inferior del bosque tucumano boliviano, descrito como Selva Basal (Meyer 1963), o las Selvas de Cebil y Willca (Hueck1978).

Perfil Topográfico Longitudinal de una parte del área de estudio



Fuente: Hoja Topográfica Ticucha, escala 1: 50 000, Instituto Geografico Militar, Bolivia, 1991.

Preparó: Martha Serrano Cartografía Digital y SIG: Geóg. Christian Brenes

Coordenadas origen: X = 400 950 Y = 7 833 842

Coordenadas Final: X = 411 765 Y = 7 833 855

Turrialba Costa Rica, Octubre de 2003

Perfil A ————— B
Orientación W - E

Figura 11. Perfil esquemático de la vegetación de la Serranía del Iñaio. Tipos de bosques. Vertiente Este: Bosque 1: *Bosque de Cedrela illoio-Cinnamomum porphyria*, Bosque 2: Bosque de *Tabebuia lapacho-Nectandra angusta*, Bosque 3: Bosque de *Myroxylon peruferum-Tipuana tipu*, Bosque 4: Bosque de *Astronium urundeuva-Calycophyllum multiflorum*. Vertiente Oeste: Bosque 5: Bosque de *Caesalpinia pluviosa-Gallesia integrifolia*.

Finalmente en la Vertiente Este, se encuentra el bosque de *Astronium urundeuva-Calycophyllum multiflorum* ubicado en la faja altitudinal de 1100 msnm de altitud. Reunió sólo 7 parcelas correspondientes a este punto en la gradiente altitudinal, es el bosque que se encuentra a menor altitud. Las parcelas están ubicadas en el rango de 1083.00 a 1135 msnm. Las especies dominantes son *Machaerium scleroxylon*, y *Tabebuia impetiginosa* en el subdosel domina *Pisonia zapallo* y en el subdosel *Eugenia uniflora* y *Pisonia zapallo*.

En la vertiente Oeste se encuentra el bosque de *Caesalpinia pluviosa-Gallesia integrifolia*, situado en el rango altitudinal de 1100 a 1200 msnm, se agruparon 8 parcelas. Presenta especies características de piedemonte, y terrazas aluviales, de fondo de valle, donde los individuos de las especies alcanzan alturas máximas de más de 30 m. El relieve en sí es predominantemente plano. El bosque es denso y en su mayoría está constituido por especies como *Coccoloba tiliacea*, *Tipuana tipu*, y en el subdosel *Chrysophyllum gonocarpum* y *Capparis prisca*.

Las especies de los bosques inferiores ubicados a 1100 y 1400 msnm y el correspondiente en la vertiente W, tienen una composición similar al Bosque Chiquitano y del Chaco Serrano descritos por Brown (1995), Navarro y Maldonado (2002), y Beck (1993).

4.3 Diversidad, composición y estructura de los tipos de bosques

4.3.1 Riqueza y diversidad de especies

La riqueza y diversidad de especies fue estudiada a diferentes niveles, a nivel de parcelas (diversidad alfa) en cada tipo de bosque (Figura 12, Cuadro 7) y a nivel de los cambios de composición siguiendo la gradiente altitud (diversidad beta) (Whittaker 1960, 1972).

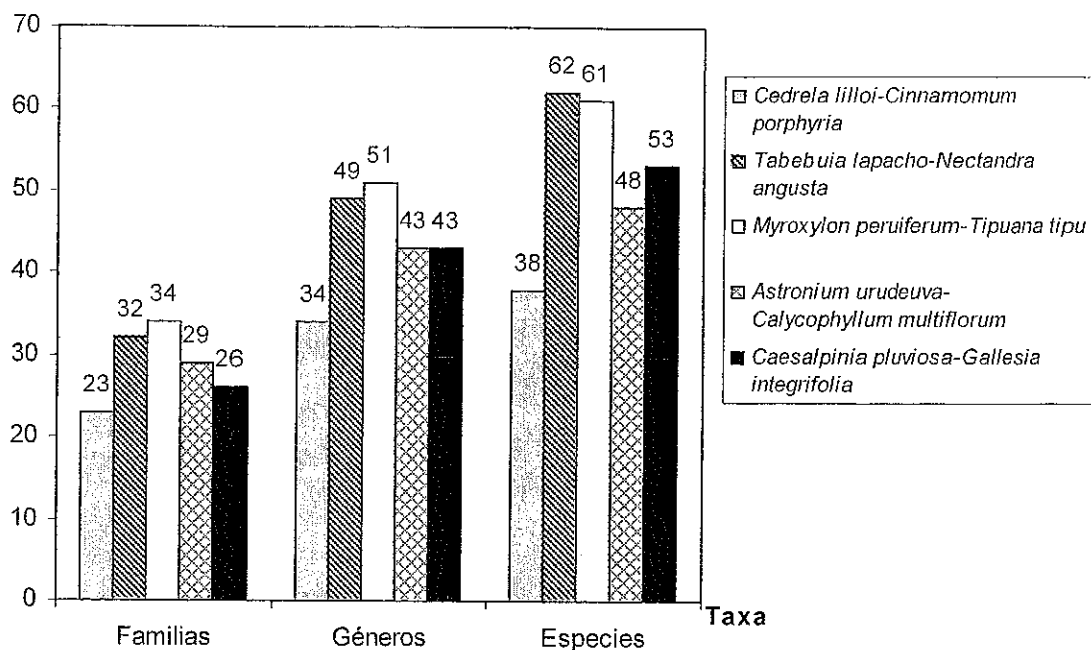


Figura 12. Familias Géneros y Especies en cinco Bosques Subtropicales de la Serranía del Iñaño, Bolivia. Individuos ≥ 10 cm de DAP. Area 1.75 ha.

En la figura 12 se presenta el número de familias, géneros y especies por tipo de bosque en relación a un área de 1.75 ha, obtenido mediante 50 aleatorizaciones. El bosque de *Myroxylon peruiferum-Tipuana tipu* conspicuamente se caracterizó por su riqueza florística a nivel de familias y géneros, observándose estrecha similitud en su taxón genérico, respecto al bosque de *Tabebuia lapacho-Nectandra angusta*. Estos resultados fueron complementados por la curva de acumulación especie-área, que también muestra el mismo patrón (Fig. 13).

4.3.1.1 Curvas de acumulación de especies

Comparando la acumulación de especies-área (Fig. 13), y tomando del mismo modo un área mínima de 1.75 ha, el bosque 3 de *Myroxylon peruiferum-Tipuana tipu* fue el más rico, porque incrementa más rápidamente el número de sus especies respecto al área. Continúan con menores valores de riqueza el bosque de *Tabebuia lapacho-Nectandra angusta*; *Astronium urudeuva - Calycophyllum multiflorum* y el bosque de *Cedrela lilloi - Cinnamomum porphyria*. En la vertiente W el Bosque de *Caesalpinia pluviosa* y *Gallesia integrifolia* creció con la misma pendiente sugiriendo equivalencia en el incremento del número de especies entre estos dos bosques.

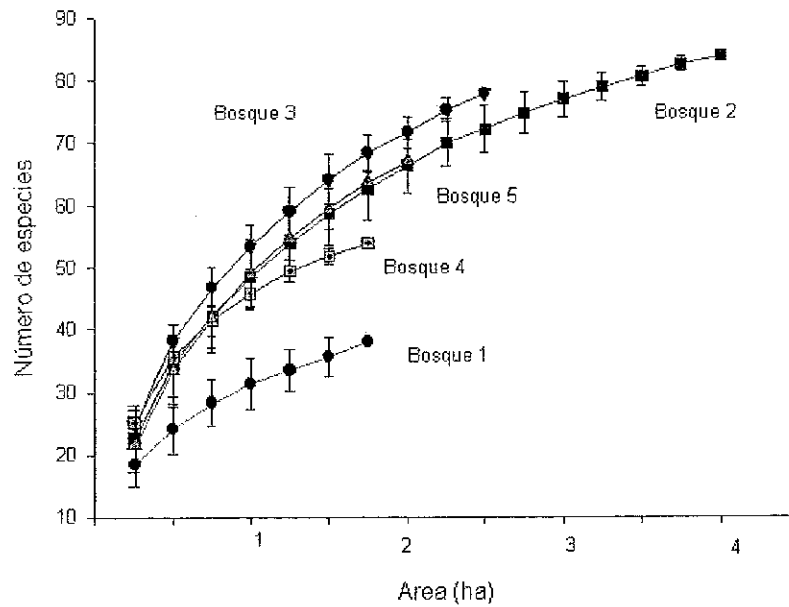


Figura 13. Curvas de acumulación de Especies-Área, de cinco tipos de bosques en la Serranía del Iñao. Bosque 1: *Bosque de Cedrela lilloi-Cinnamomum porphyria*, Bosque 2: *Bosque de Tabebuia lapacho-Nectandra angusta*, Bosque 3: *Bosque de Myroxylon peruiferum-Tipuana tipu*, Bosque 4: *Bosque de Astronium urundeuva-Calycophyllum multiflorum*, Bosque 5: *Bosque de Caesalpinia pluviosa-Gallesia integrifolia*.

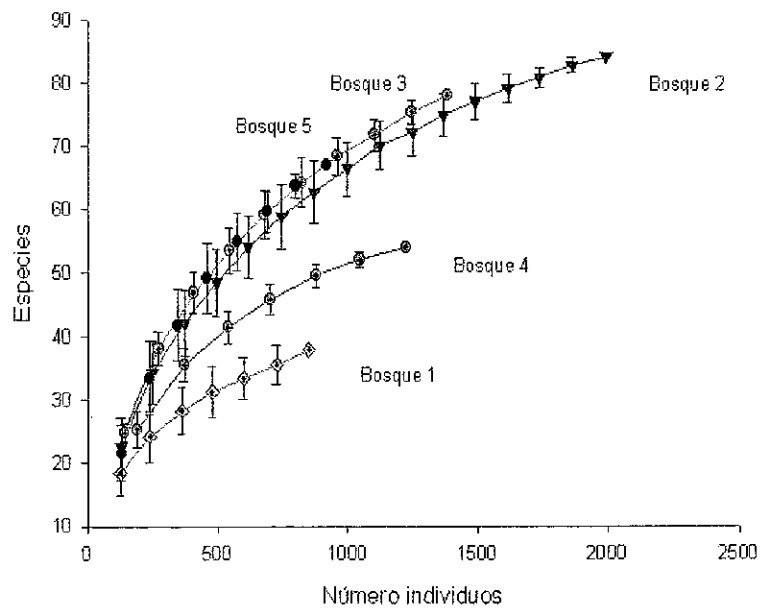


Figura 14. Curvas de acumulación de Especies-Individuos, de cinco tipos de bosques en la Serranía del Iñao. Bosque 1: *Bosque de Cedrela lilloi-Cinnamomum porphyria*, Bosque 2: *Bosque de Tabebuia lapacho-Nectandra angusta*, Bosque 3: *Bosque de Myroxylon peruiferum-Tipuana tipu*, Bosque 4: *Bosque de Astronium urundeuva-Calycophyllum multiflorum*, Bosque 5: *Bosque de Caesalpinia pluviosa-Gallesia integrifolia*.

La curva aleatorizada de acumulación de especies-individuos (Fig. 14), mostró que algunos bosques tuvieron tendencia a adquirir curvas asintóticas, indicando que son muestras adecuadas para explicar la riqueza local, en el gradiente que les corresponde y para el tipo de bosque que tipifican. Esta característica es mejor observada en la curva del bosque de *Cedrela lilloi-Cinnamomum porphyria*, a continuación el bosque de *Astronium urundeuva -Calycophyllum multiflorum*. Más alejados de la asintota, estuvieron los bosques de *Tabebuia lapacho-Nectandra angusta*, *Myroxylon peruiferum-Tipuana tipu*, además del bosque de *Caesalpinia pluviosa-Gallesia integrifolia* en la vertiente Oeste de la serranía.

Analizadas individualmente las curvas de acumulación de especies-individuos de los 5 tipos de bosques, mostraron que el bosque de *Myroxylon peruiferum-Tipuana tipu* acumuló más rápidamente especies con el incremento de pocos individuos, siendo este el bosque más diverso. Se observa también que este bosque en la vertiente E, y el bosque de *Caesalpinia pluviosa-Gallesia integrifolia*, en la vertiente W ascienden creciendo con las mismas pendientes, probablemente porque sus especies acumularon similar número de individuos.

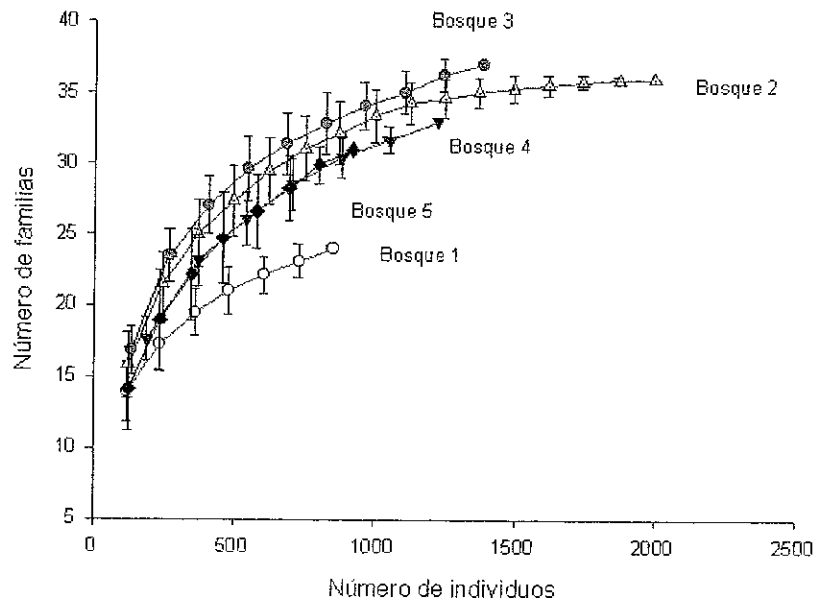


Figura 15. Curva de acumulación de Familias-Individuos de cinco bosques en la Serranía del Iñaño, Bolivia. Bosque 1: *Bosque de Cedrela lilloi-Cinnamomum porphyria*, Bosque 2: *Bosque de Tabebuia lapacho-Nectandra angusta*, Bosque 3: *Bosque de Myroxylon peruiferum-Tipuana tipu*, Bosque 4: *Bosque de Astronium urundeuva-Calycophyllum multiflorum*, Bosque 5: *Bosque de Caesalpinia pluviosa-Gallesia integrifolia*.

El patrón que muestra la curva de acumulación de familias es similar al de especies (Figura 15). Existe un mayor incremento de familias, respecto al número de individuos en el bosque 3 (*Myroxylon peruiferum-Tipuana tipu*), expresado por medio del ángulo de la asíntota de la curva. Este bosque es el que presenta mayor riqueza de familias respecto a los otros tres bosques. La diferencia entre las curvas acumulación de especies y familias fue a nivel del grupo 5 (Bosque de *Caesalpinia pluviosa-Gallesia integrifolia*), que en la figura 15 se equipara con el bosque 4.

4.3.1.2 Índices de diversidad

Las estimaciones de la diversidad con los índices de Fisher (α), Shanon (H), y Simpson (S) por tipo de bosque pueden observarse en el cuadro 7. El bosque de *Myroxylon peruiferum -Tipuana tipu* se mostró como el más diverso, seguido del bosque de *Tabebuia lapacho- Nectandra angusta*, *Astronium urundeuva-Calycophyllum multiflorum*, *Caesalpinia pluviosa-Gallesia integrifolia*, y finalmente *Cedrela lilloi- Cinnamomum porphyria*.

Cuadro 7. Diversidad de especies en 48 parcelas de 0.25 ha en la Serranía del Iñaño, Bolivia. ANDEVA Pr > F $\alpha = 0.01$. Prueba de comparación múltiple Tukey $\alpha = 0.05$.

Vertiente	Tipo de Bosque	Altitud msnm	Número de Parcelas No	Número de especies 0.25 ha	Índices de Diversidad y equidad			
					Promedio	α	H'	S
E	<i>Cedrela lilloi-Cinnamomum porphyria</i> (1)	1700	7	17±1.70 B	7.34±0.54 C	2.76±0.12 B	0.09±0.06 B	0.97±0.079 BA
	<i>Tabebuia lapacho-Nectandra angusta</i> (2)	1500	16	22±4.86 BA	15.58±2.35 A	3.06±0.16 A	0.10±0.03 B	0.98±0.051 A
	<i>Myroxylon peruiferum-Tipuana tipu</i> (3)	1400	10	25±1.89 A	15.67±2.25 A	3.33±0.16 A	0.05±0.05 C	1.04±0.083 A
	<i>Astronium urundeuva-Calycophyllum multiflorum</i> (4)	1100	7	24±2.40 A	10.76±0.88 BC	2.65±0.78 B	0.13± 0.0 A	0.82±0.017 C
W	<i>Caesalpinia floribunda-Gallesia integrifolia</i> (5)	1100	8	23±3.21 BA	14.41±2.39 BA	2.73±0.14 B	0.13±0.05 A	0.92±0.11 BC
Pr>F				0.0163	<0.0001	<0.0001	< 0.0001	< 0.0001

Fisher (α), Shanon (H), Simpson (S), Pielou (J)

En el Cuadro 7, los índices de diversidad de los 4 tipos de bosques en la vertiente Este, revelan el incremento de la diversidad de especies con la elevación, hasta la altitud de 1500 msnm para luego declinar.

En general, las parcelas con los índices de diversidad más altos, se obtuvieron entre las altitudes de 1400 a 1500 msnm, correspondiendo estas a los bosques de *Myroxylon peruiferum-Tipuana tipu* y al de *Tabebuia lapacho-Nectandra angusta*. El bosque de *Cedrela lilloi-Cinnamomum porphyria*, que se presenta principalmente en la elevación de 1700 msnm, es menos diverso. Si comparamos la diversidad entre vertientes el bosque ubicado en la vertiente W tiene índices con valores menores al bosque de *Myroxylon peruiferum-Tipuana tipu* pero mayores al bosque de *Astronium urundeuva-Calycophyllum multiflorum*.

Los valores de los índices varían entre los tipos de bosques con el índice de Fisher (α) y muestran un comportamiento similar al índice de Shannon, por ejemplo, este índice también revela al bosque de *Myroxylon peruiferum-Tipuana tipu* y como el de mayor diversidad, y no al bosque de *Tabebuia lapacho-Nectandra angusta*, que posee mayor superficie e individuos, esto probablemente porque Fisher está más influido por el número de especies que de individuos. Este comportamiento es respaldado por Condit et al. (1998) y Leigh (1995) que indican que el índice de Fisher es relativamente insensible al tamaño de la muestra y se desempeña muy bien con datos de parcelas.

El índice de Simpson (S) que es más sensible al número de individuos (abundancia = N), mostró que la diversidad en el bosque de *Astronium urundeuva-Calycophyllum multiflorum* es menor respecto a los otros bosques, puesto que es el bosque con mayor abundancia. Las tres especies que estarían influyendo en el valor del índice son *Astronium urundeuva* ($N=30.50\%$), *Anadenanthera colubrina* ($N=11.72\%$), y *Aspidosperma cylindrocarpon* ($N=10.24\%$). La diversidad también es menor en el bosque de *Cedrela lilloi-Cinnamomum porphyria*, que estaría afectado por las abundancias de especies como *Nectandra angusta* ($N= 8.94\%$), *Citronella apogon* ($N=7.76\%$) y *Prunus integrifolia* el ($N=6.36\%$).

Con el índice de Pielou (J), que representa la homogeneidad de la distribución y densidad de las especies en las parcelas de cada altitud, se observa que valores bajos de equitatividad corresponden a las altitudes 1100 y 1500 msnm de elevación, en la vertiente Este. En el Bosque de *Tabebuia lapacho-Nectandra angusta* y el Bosque de *Astronium urundeuva-Calycophyllum multiflorum*; estos bajos valores se deben a la abundancia de laurel (*Nectandra angusta*) y cuchi (*Astronium urundeuva*) respectivamente. Sin embargo, el índice más bajo de equidad corresponde al bosque de *Caesalpinia pluviosa* y *Gallesia integrifolia* de la vertiente W (Anexo 7).

Estos resultados están mostrando resultados que existe además diferencia significativa en los índices de diversidad, verificado mediante pruebas no paramétricas de ANDEVA ($P > F \alpha = 0.01$) y Tukey ($\alpha = 0.05$).

4.3.2 Composición florística

El estudio verificó que la composición de especies en las comunidades cambia a lo largo del gradiente ambiental conduciendo a diferentes tipos de bosques. Estas características, formas y variedad de respuestas en un mosaico, representan el patrón ambiental de la vegetación (Whittaker 1960).

En la Figura 16 se resumen las 10 familias más importantes en términos de su diversidad, en los cinco tipos de bosques. Estas fueron Leguminosae, Myrtaceae, Lauraceae, Sapindaceae, Bignoniaceae, Bombacaceae, Rubiaceae, Nyctaginaceae, Apocynaceae y Meliaceae. Familias subtropicales como Lauraceae estuvo representado por 7 especies, Meliaceae, Rubiaceae con 4 especies cada una y Sapindaceae con 5 especies. Sobresaliendo también familias representadas en los bosques secos del neotrópico como Bignoniaceae con 5 especies y Leguminosaceae con 28 especies.

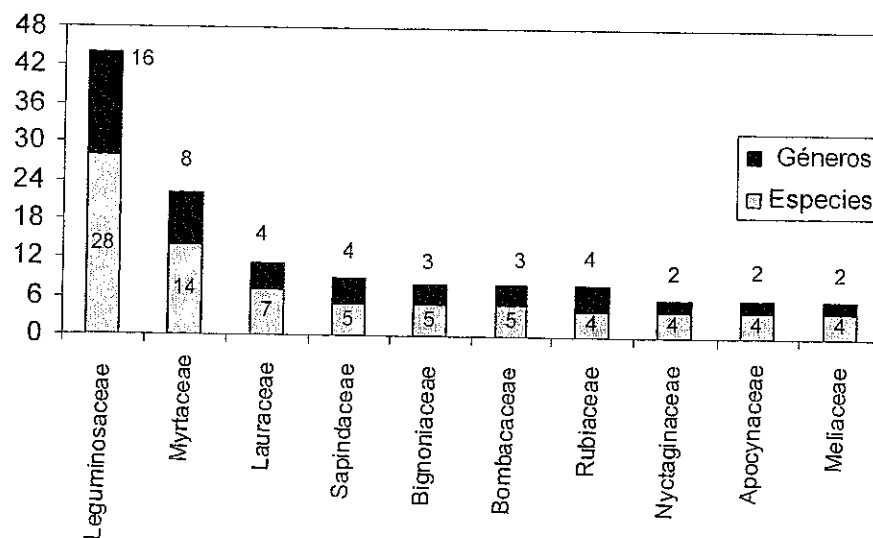


Figura. 16 Diez familias con mayor número de especies y sus géneros en 12 ha de Bosques Subtropicales de la Serranía del Iñaño, Bolivia.

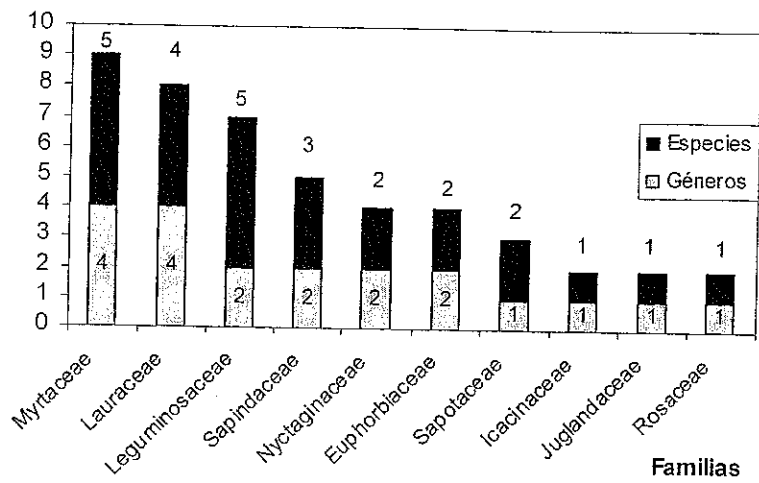
En la vertiente Este de la Serranía del Iñao, el Bosque de *Cedrela lilloi-Cinnamomum porphyria*, en una superficie de 1.75 ha censadas tuvo 23 familias, 35 géneros y 38 especies. Las 3 familias más importantes en este bosque (Fig. 17a) fueron Myrtaceae (5 especies, 4 géneros y 55 individuos) representado por especies como *Blepharocalyx salicifolius*, *Myrcianthes callicoma*, *Siphoneugena occidentalis*, *Myrcianthes pseudomato* y *Myrciaria floribunda*. La familia Leguminosaceae (5 especies, 2 géneros y 46 individuos) con especies como *Tipuana tipu*, *Inga saltensis*, *Inga marginata*; y la familia Lauraceae (4 especies, 4 géneros y 301 individuos) con especies como *Ocotea sp*, *Nectandra angusta*, *Persea sp* y *Cinnamomum porphyria*.

En el bosque de *Tabebuia lapacho-Nectandra angusta* en 4 ha se registraron 35 familias, 64 géneros y 84 especies en una superficie de 4.0 ha. Las 3 familias más importantes fueron Leguminosaceae (16 especies, 11 géneros y 416 individuos) representado por varias especies del género *Inga*, *Lonchocarpus lilloi* y además *Enterolobium contortisiliquum* entre otros, la familia Myrtaceae (9 especies, 7 géneros y 70 individuos) que tiene especies representativas como *Myrcianthes pungens*, *Siphoneugena occidentalis* y *Myrciaria floribunda* y la familia Lauraceae (5 especies, 4 géneros y 603 individuos) con las especies *Persea sp* 2, y *Nectandra angusta*.

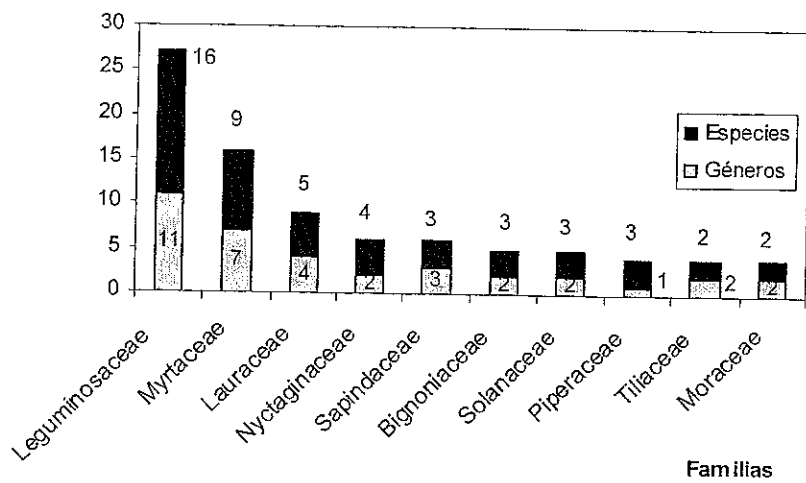
El bosque de *Myroxylon peruiferum -Tipuana tipu* (2.5 ha) presentó 35 familias, 63 géneros y 78 especies, con familias importantes como Leguminosaceae (17 especies, 405 individuos) representado por especies como *Anadenanthera colubrina*, y *Parapiptadenia excelsa* entre otros; la familia Sapindaceae (4 especie, 4 géneros y 60 individuos) donde las especies representativas fueron *Cupania vernalis* y *Diatenopteryx sorbifolia*; y la familia Myrtaceae (4 especies, 3 géneros y 89 individuos) con especies como *Myrcianthes pungens* y *Calycorectes psidiiflorus*.

El bosque de *Astronium urundeuva -Calycophyllum multiflorum* en 1.75 ha tuvo 37 familias, 63 géneros y 80 especies. Aquí las familias más importantes (Fig. 17) fueron Leguminosaceae (11 especies, 9 géneros y 267 individuos) con especies como *Amburana cearensis* y *Myroxylon peruiferum*; la familia Rubiaceae (3 especies, 3 géneros y 99 individuos) con especies representativas como *Randia sp* y *Guettarda sp*; y la familia Myrtaceae (3 especies, 43 individuos) con especies como *Eugenia uniflora* y *Myrciaria sp*.

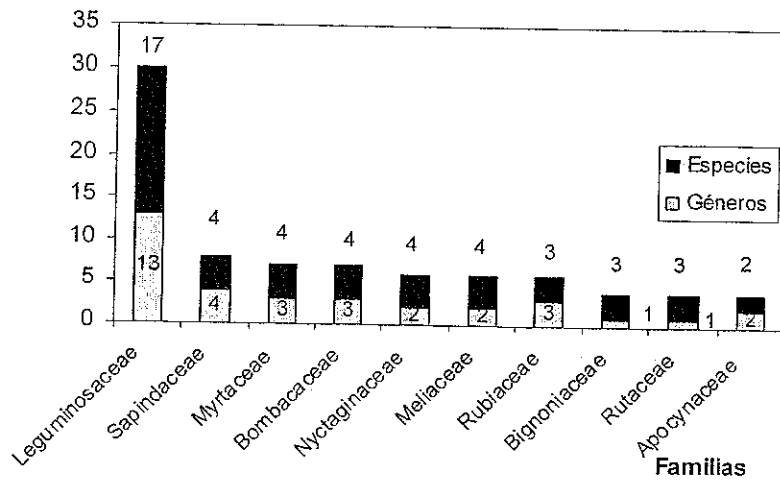
a.



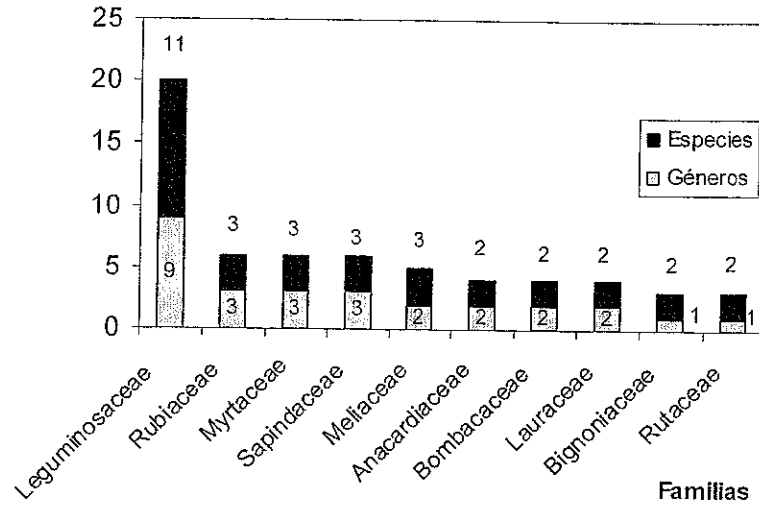
b.



c.



d.



e.

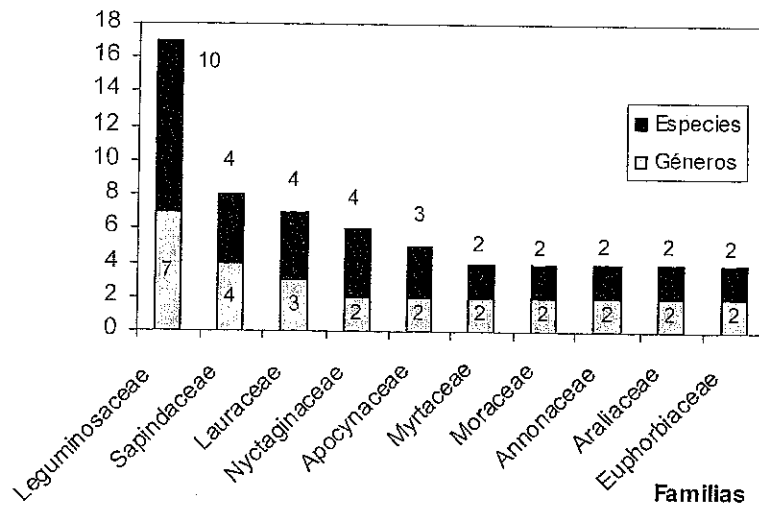


Figura 17. Diez familias más ricas en especies y su relación con el número de géneros, en bosques de la Serranía del Iñao, Bolivia. a. Bosque de *Cedrela lilloi-Cinnamomum porphyria*, b. Bosque de *Tabebuia lapacho-Nectandra angusta*, c. Bosque de *Myroxylon peruiferum-Tipuana tipu*, d. Bosque de *Astronium urundeuva-Calycophyllum multiflorum*, e. Bosque de *Caesalpinia pluviosa-Gallesia integrifolia*.

Finalmente, en la vertiente W el bosque de *Caesalpinia pluviosa* -*Gallesia integrifolia* en una superficie de 1.75 ha presentó 29 familias, 50 géneros y 67 especies; las familias más abundantes (Fig. 17) fueron Leguminosaceae (10 especies, 7 géneros y 220 individuos) con especies como *Enterolobium contortisiliquum* y *Tipuana tipu*; la familia Sapindaceae (4 especies, 4 géneros y 35 individuos) donde las especies más representativas son *Dilodendron bipinnatifidum* y *Diatenopteryx sorbifolia*; y la familia Lauraceae (4 especies, 3 géneros y 48 individuos), con especies como *Persea sp 1* y *Nectandra angusta*.

4.3.1.1 Especies y familias con mayor peso ecológico

El índice de valor de importancia de las especies (% IVI) en cada tipo de bosque esta listado en el Anexo 9. Esta lista muestra especies características de cada tipo de bosque. Las diez especies más importantes por su IVI se resumen en la Figura 18.

Las especies con IVI altos coinciden con las especies del análisis DECORANA, y en los análisis de discriminación de especies de Jancey. En el bosque de *Cedrela lilloi*-*Cinnamomum porphyria* entre las especies con mayor peso ecológico están *Cinnamomum porphyria*, *Juglans australis* y *Cedrela lilloi*.

Las especies de mayor peso ecológico en el bosque de *Tabebuia lapacho*-*Nectandra angusta* fueron además *Chrysophyllum gonocarpum*, e *Inga marginata*; el bosque de *Myroxylon peruiferum*-*Tipuana tipu* reportó como especies importantes a *Anadenanthera colubrina* y *Pisonia zapallo*; en el bosque de *Astronium urundeuva* y *Calycophyllum multiflorum* fueron *Machaerium scleroxylon* y *Tabebuia impetiginosa*; y por último el bosque de *Caesalpinia pluviosa* y *Gallesia integrifolia* mostró a las especies *Capparis prisca*, *Pitadenia viridifolia* y *Tipuana tipu* entre las especies de mayor peso ecológico.

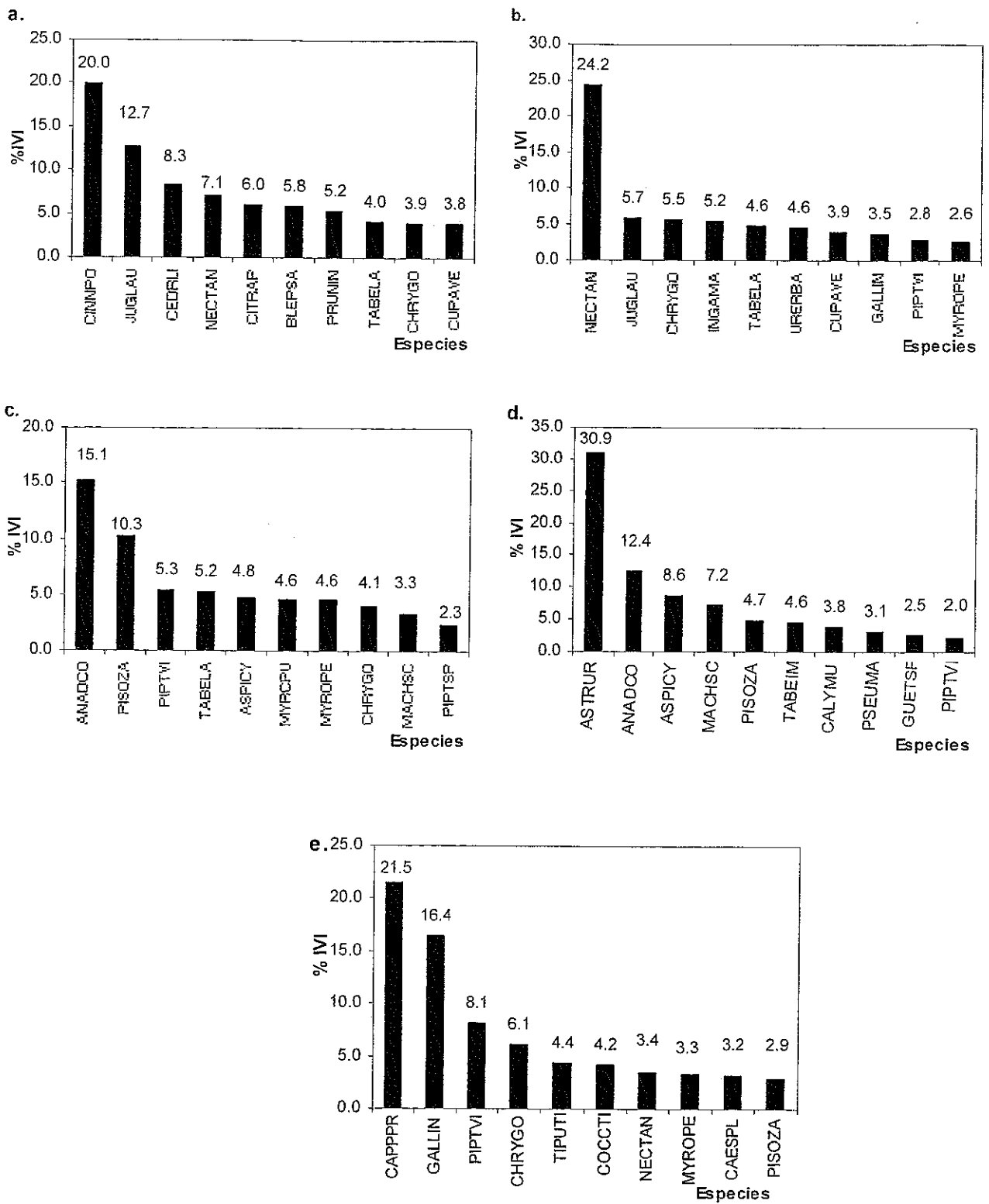


Figura 18. Especies de los 5 bosques con los primeros 10 IVIs más altos. a. Bosque de *Cedrela lilloi*-*Cinnamomum porphyria*, b. Bosque de *Tabebuia lapacho*-*Nectandra angusta*, c. Bosque de *Myroxylon peruiferum*-*Tipuana tipu*, d. Bosque de *Astronium urundeuva*-*Calycophyllum multiflorum*, e. Bosque de *Caesalpinia pluviosa*-*Galesia integrifolia*.

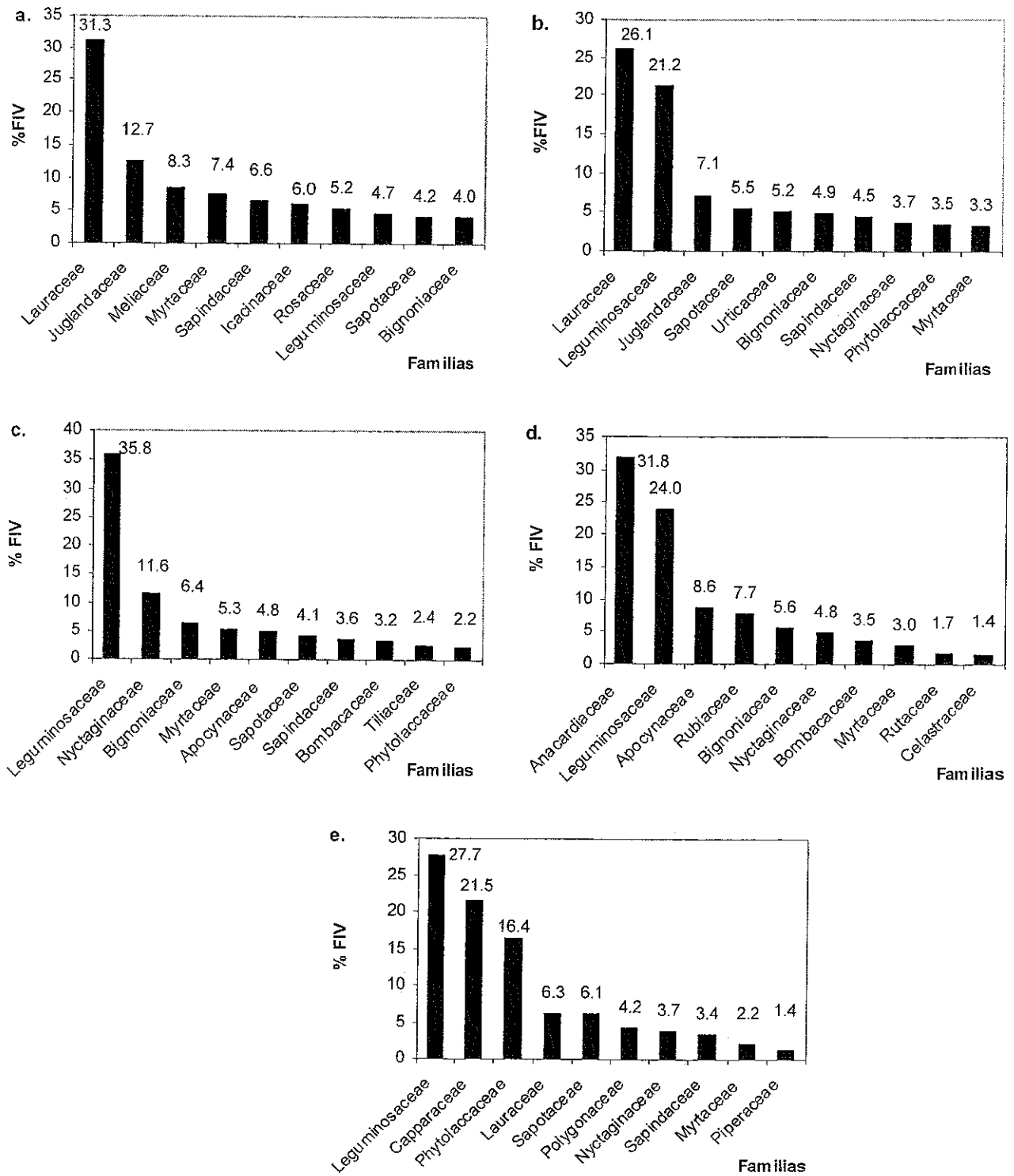


Figura 19. Familias de 5 tipos de bosques de la serranía del Iñao con los 10 FIV más altos. a. Bosque de *Cedrela lilloi-Cinnamomum porphyria*, b. Bosque de *Tabebuia lapacho-Nectandra angusta*, c. Bosque de *Myroxylon peruiferum-Tipuana tipu*, d. Bosque de *Astronium urundeuva-Calycophyllum multiflorum*, e. Bosque de *Caesalpinia pluviosa-Gallesia integrifolia*.

De acuerdo al índice de valor de importancia de familias (FIV), las diez principales familias se muestran en la Fig. 19. La familia más importante en los bosques de mayor altura (1700 msnm) en la vertiente Este fue Lauraceae, en la altura intermedia Leguminosaceae y en el de menos altura Anacardiaceae (1100 msnm). En la vertiente Oeste, también la familia Leguminosaceae ocupa el primer lugar en importancia. Leguminosaceae fue la familia más importante de todas en los cuatro tipos de bosques, excepto en el bosque de *Cedrela lilloi-Cinnamomum porphyria*, donde la familia Lauraceae fue la más importante. En cambio la familia Myrtaceae si bien se presentó como una de las tres familias más ricas en especies, no se ubicó en esta misma posición respecto al % FIV en los 5 bosques.

4.3.1.2 Comparaciones entre gradientes ambientales y asociaciones de bosques

4.3.1.2.1 Índices de similitud

La similitud entre tipos de bosques se calculó con el índice de Czekanowski (Magurran 1998) que fue calculado con datos de abundancia, presencia y ausencia de especies entre parcelas (Cuadro 8). Con los cambios de elevación y la correspondencia de los tipos de bosques en las altitudes de 1100, 1400, 1500 y 1700 msnm, la mayor similitud se reportó entre los bosques de *Cedrela lilloi-Cinnamomum-porphyria* y *Tabebuia lapacho-Nectandra angusta* (0.38) y entre los bosques de *Astronium urundeuva-Calycophyllum multiflorum*, y *Myroxylon peruiferum-Tipuana tipu* (0.35), ambos dominados por especies como *Anadenanthera colubrina*, y sigue el bosque de *Tabebuia lapacho-Nectandra angusta* y *Myroxylon peruiferum -Tipuana tipu*, con especies comunes como *Chrysophyllum gonocarpum*.

Comparando los bosques de las vertientes E y W se evidenció que fueron menos similares los bosques de *Astronium urundeuva-Calycophyllum multiflorum* con *Caesalpinia pluviosa-Gallesia integrifolia* (0.16) a pesar de estar localizados a altitudes equivalentes en las dos vertientes, y que además mostraron varias especies en común como *Myrcianthes pungens*, *Astronium urundeuva*, *Anadenanthera colubrina*, *Aspidosperma cylindrocarpon* y otras, sumando más de 20 especies en común de 35 y 84 especies que poseen respectivamente. Esta disimilitud mostrada por el índice de Czekanowski que está condicionada a las diferencias en las abundancias de sus especies de los bosques.

Cuadro 8. Índice de similaridad de Czekanowski entre los 5 tipos de bosques, para una muestra de 1.75 ha (tomando una muestra de 850 individuos). Serranía del Iñaño, Bolivia.

Bosque	<i>Cedrela lilloi-Cinnamomum porphyria</i>	<i>Tabebuia lapacho-Nectandra angusta</i>	<i>Myroxylon peruiferum-Tipuana tipu</i>	<i>Astronium urundeuva-Calycophyllum multiflorum</i>	<i>Caesalpinia pluviosa-Gallesia integrifolia</i>
Altitud	1700 msnm	1500 msnm	1400 msnm	1100 msnm	1100 msnm
Vertiente	E	E	E	E	W
<i>Cedrela lilloi-Cinnamomum porphyria</i>	1	0.38	0.19	0.03	0.13
<i>Tabebuia lapacho-Nectandra angusta</i>		1	0.30	0.11	0.23
<i>Myroxylon peruiferum-Tipuana tipu</i>			1	0.35	0.34
<i>Astronium urundeuva-Calycophyllum multiflorum</i>				1	0.16
<i>Caesalpinia pluviosa-Gallesia integrifolia</i>					1

C= Czekanowski, S= Sørensen

La similaridad es mayor entre el Bosque de *Caesalpinia pluviosa* –*Gallesia integrifolia*, con el bosque de *Myroxylon peruiferum* y *Tipuana tipu* (0.34). Probablemente por la mayor abundancia de *Chrysophyllum gonocarpum*, *Gallesia integrifolia*, *Enterolobium contortisiliquum*, *Diatenopteryx sorbifolia*, *Piptadenia viridiflora* y *Myrcianthes pungens*, que además es similar en ambos bosques.

El índice de similaridad de Sørensen entre tipos de bosques muestra valores relativamente menores correspondientes a los bosques de *Tabebuia lapacho*–*Nectandra angusta* y *Myroxylon peruiferum*–*Tipuana tipu* (0.25) y de estos respecto al bosque de la vertiente Oeste, de *Caesalpinia pluviosa* y *Gallesia integrifolia* (0.41).

4.3.2 Estructura

4.3.2.1 Densidad y Área Basal

En la estructura horizontal de los 5 tipos de bosques en la vertiente E de la serranía, la densidad mostró diferencias estadísticamente significativas (Tukey $\alpha = 0.05$) (Cuadro 9). Tiene un rango entre 288 arb/ha y 956 arb/ha (promedio = 522 arb/ha y SD= 129.08). La distribución de los individuos en las clases diamétricas, siguen regularmente un mismo patrón, con más árboles pequeños y pocos grandes (Figura 20).

A 1700 msnm el bosque de *Cedrela lilloi-Cinnamomum porphyria* presenta una densidad entre 288 a 720 arb/ha (promedio = 485.70 arb/ha, SD= 140.15) (Cuadro 9). Son abundantes en la clase 10-19.9 cm de DAP *Nectandra angusta* y *Cinnamomum porphyria* (Anexo 7). El 86.57 % de los individuos corresponden a clases δ a 49.9 cm de DAP (Figura 20). El dosel máximo en este bosque fue 28.74 m (Cuadro 9). La especie *Tipuana tipu* alcanzó la máxima altura con 32.4 m. Con relación a los otros tipos de bosques, tuvo menos árboles, de estatura intermedia, pero con mayor proporción de árboles gruesos y altos (Tukey $\alpha = 0.05$).

La densidad del Bosque de *Tabebuia lapacho -Nectandra angusta* (1500 msnm) varió entre 356 a 660 arb/ha (promedio = 498.30 arb/ha, SD = 68.27) (Cuadro 9). *Inga marginata* y *Nectandra angusta* fueron las más abundantes en las clases inferiores (Anexo 7). Este bosque tiene 94.5 % de sus individuos δ a 49.9 cm de DAP (Figura 20). El dosel máximo en este bosque fue de 25.47 m (Cuadro 9), donde *Juglans boliviana* alcanzó la máxima altura con 34.5 m.

En el punto de 1400 msnm del gradiente altitudinal, el bosque de *Myroxylon peruiferum - Tipuana tipu* tuvo una densidad de 392.00 a 956.00 arb/ha (promedio = 552.40 arb/ha, SD=168.87) (Cuadro 9), *Anadenanthera colubrina* y *Myrcianthes pungens* son las especies abundantes en las clases inferiores (Anexo 5). *Myrcianthes pungens* fue común con el anterior bosque. El 94.2% de los individuos están en clases δ a 49.9 cm de DAP (Figura 20). La altura máxima del dosel fue 25.51 m (Cuadro 9), con un individuo de *Anadenanthera colubrina* de 32.4 m.

En la elevación de 1100 msnm, la densidad en el bosque de *Astronium urundeuva-Calycophyllum multiflorum* se encuentra en el rango de 444.00 a 696.00 arb/ha (promedio= 697.10 arb/ha, SD = 87.44) (Cuadro 9). Las especies más abundantes son *Aspidosperma cylindrocarpon*, *Anadenanthera colubrina* y *Pisonia zapallo*, la última especie es común con el anterior bosque (Anexo 5). En clases δ a 49.9 cm de DAP se encuentran el 98.43% de los individuos (Figura 20). La altura máxima del dosel en este bosque fue de 22.01 m (Cuadro 9) con individuos de *Calycophyllum multiflorum* de hasta 27.4 m.

Cuadro 9 . Parámetros estructurales de cinco tipos de bosques N, G, V y H, de Individuos ≥ 10 cm DAP, en la Serranía del Iñaño, Bolivia. ANDEVA $Pr > F$ $\alpha = 0.05$. Prueba de comparación múltiple Tukey $\alpha = 0.05$.

Parámetros Tipos de Bosques	Densidad N arb/ha	Área Basal G m ² /ha	Volumen Vm ³ /ha	Altura dosel m	Altura dosel m dosel máx.
Bosque 1 (1700 m)	485.70±140.15 B	54.13±13.00 A	258.32±81.17 A	20.14±3.12 A	28.74±3.53 A
Bosque 2 (1500 m)	498.30±68.27 B	29.32±4.99 B	127.83±37.47 B	17.56±3.93 BA	25.47±4.99 BA
Bosque 3 (1400 m)	552.40±168.87 BA	31.30±7.28 B	130.36±53.83 B	19.70±4.21 A	25.51±5.02 BA
Bosque 4 (1100 m)	697.10±87.44 A	31.82±4.97 B	88.57±16.56 B	15.57±2.69 BA	22.01±4.23 B
Bosque 5 (1100 m)	458.00±180.42 B	33.20±9.34 B	118.44±42.19 B	16.87±1.80 BA	23.10±3.06 BA
Pr>F	< 0.0004	< 0.0001	<0.0001	0.02	0.05

En la vertiente W de la serranía a 1100 msnm en el bosque de *Caesalpinia pluviosa*-*Gallesia integrifolia* la densidad varió entre 280 a 852 arb/ha (promedio=458.00 arb/ha y SD=180.42) (Cuadro 9), las 9 clases diamétricas se encuentran en el rango de 6 arb/ha a 262 arb/ha, también registró un número alto de especies de las clases inferiores por la presencia de *Capparis prisca* y *Chrysophyllum gonocarpum* (Anexo 7). En las clases diamétricas δ a 49.9 cm de DAP se encuentran el 90.93 % de los individuos (Figura 20). El dosel máximo en este bosque fue de 23.10 m (Cuadro 9), donde un individuo de *Machaerium scleroxylon* de 28.6 m alcanzó la máxima altura.

El área basal en cada tipo de bosque que es otra forma para medir la densidad del bosque, tomando en cuenta tanto el número de árboles como su tamaño. Es un buen indicador de la capacidad de carga en bosques no disturbados y, cuando se conoce esta capacidad de carga, puede utilizarse como valor de referencia para estimar la dinámica del bosque. Generalmente tiende a crecer con valores menores a la capacidad de carga, y decrecer con valores mayores.

Los 5 tipos de bosques mostraron diferencias estadísticamente significativas en su área basal (G) (Tukey $\alpha = 0.05$). En el Bosque de *Cedrela lilloi* -*Cinnamomum porphyria* el área basal, tuvo un promedio de 50.40 m²/ha. El bosque de *Tabebuia lapacho* -*Nectandra angusta* obtuvo un área basal de 29.32 m²/ha (Cuadro 9, Figura 21). El bosque de *Myroxylon peruiferum* y *Tipuana tipu* reportó 31.30 m²/ha, el bosque de *Astronium urundeuva* - *Calycophyllum multiflorum* 31.82 m²/ha, y el bosque de *Caesalpinia pluviosa*-*Gallesia integrifolia* 33.20 m²/ha.

La historia de uso de los bosques aledaños al área de estudio (Superintendencia Forestal 2002), considera a estos bosques no disturbados, aspecto que es un buen indicador de la capacidad de carga de los mismos, aunque particularmente el bosque de *Cedrela lilloi*-*Cinnamomum porphyria* se encuentra en el área de pastoreo comunitario, sin embargo no se conoce el efecto que tuvo esta actividad sobre el bosque.

El volumen varió notablemente con los cambios de elevación (Tukey $\alpha = 0.05$), el máximo volumen en la vertiente Este se encontró a una elevación de 1700 msnm (258.32 m³/ha) y el mínimo a 1100 msnm (88.57 m³/ha), y para la vertiente W se reportó de 118.44 m³/ha.

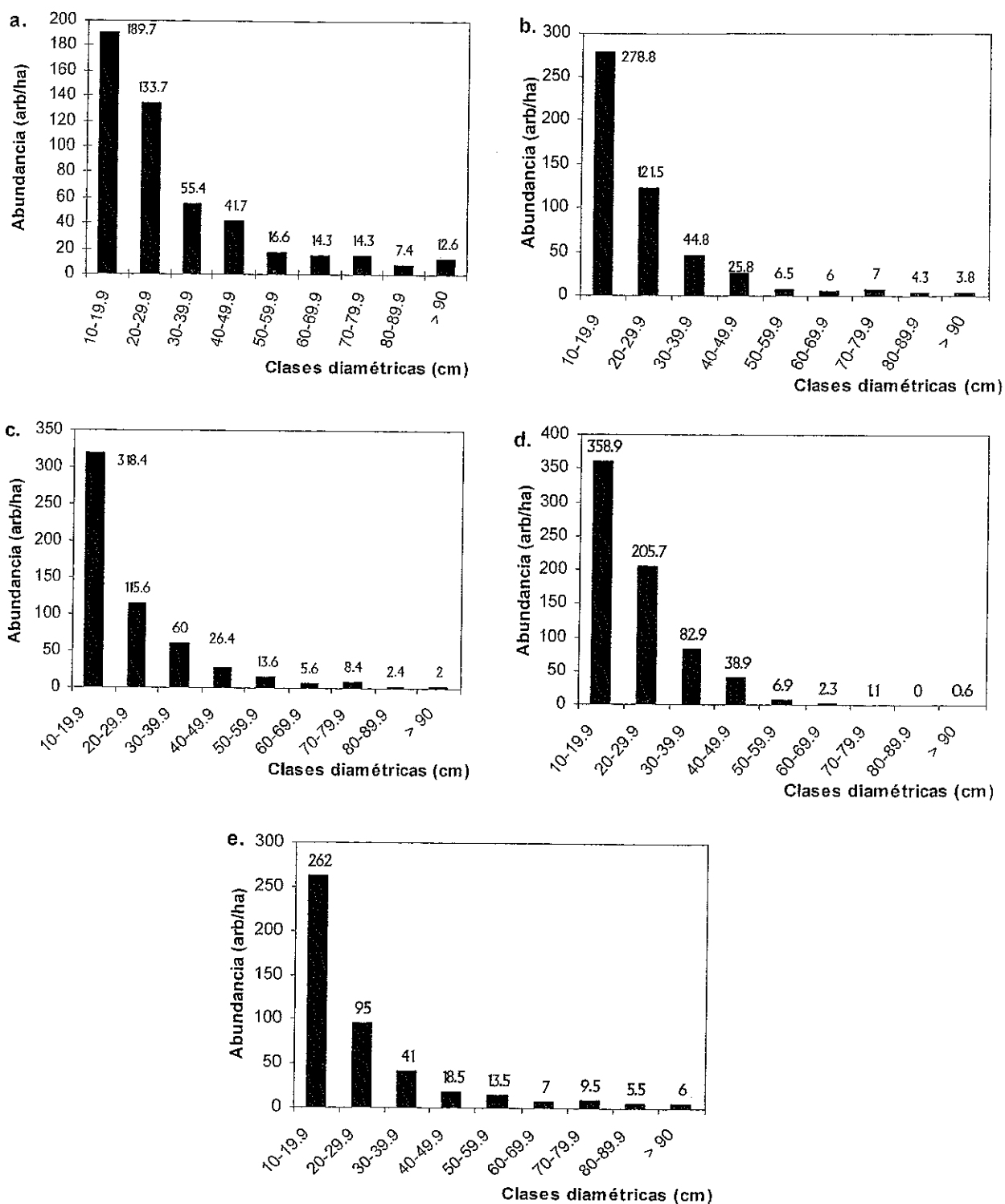


Figura 20. Distribución de la abundancia (arb/ha) de individuos ≥ 10 cm DAP por clase diamétrica, en los 5 tipos de bosques, en la Serranía del Iñao. a. *Bosque de Cedrela lilloi-Cinnamomum porphyria*, b. *Bosque de Tabebuia lapacho-Nectandra angusta*, c. *Bosque de Myroxylon peruiferum-Tipuana tipu*, d. *Bosque de Astronium urundeuva-Calycophyllum multiflorum*, e. *Bosque de Caesalpinia pluviosa-Gallesia integrifolia*.

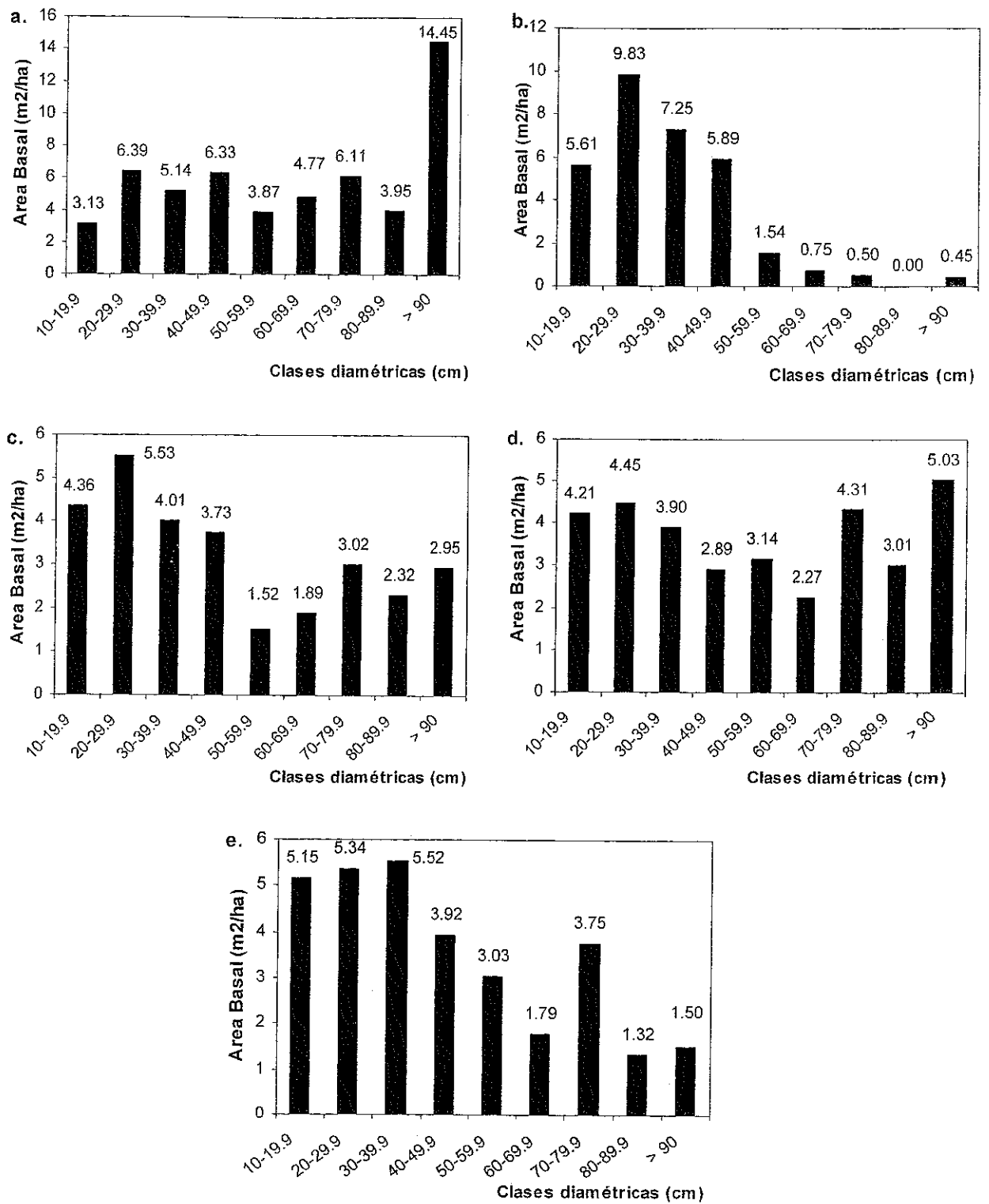


Figura 21. Distribución del área basal (G) por clase diamétrica, en cinco bosques de la Serranía del Iñao, Bolivia. a. Bosque de *Cedrela lilloi-Cinnamomum porphyria*, b. Bosque de *Tabebuia lapacho-Nectandra angusta*, c. Bosque de *Myroxylon peruiferum-Tipuana tipu*, d. Bosque de *Astronium urundeuva-Calycophyllum multiflorum*, e. Bosque de *Caesalpinia pluviosa-Gallesia integrifolia*.

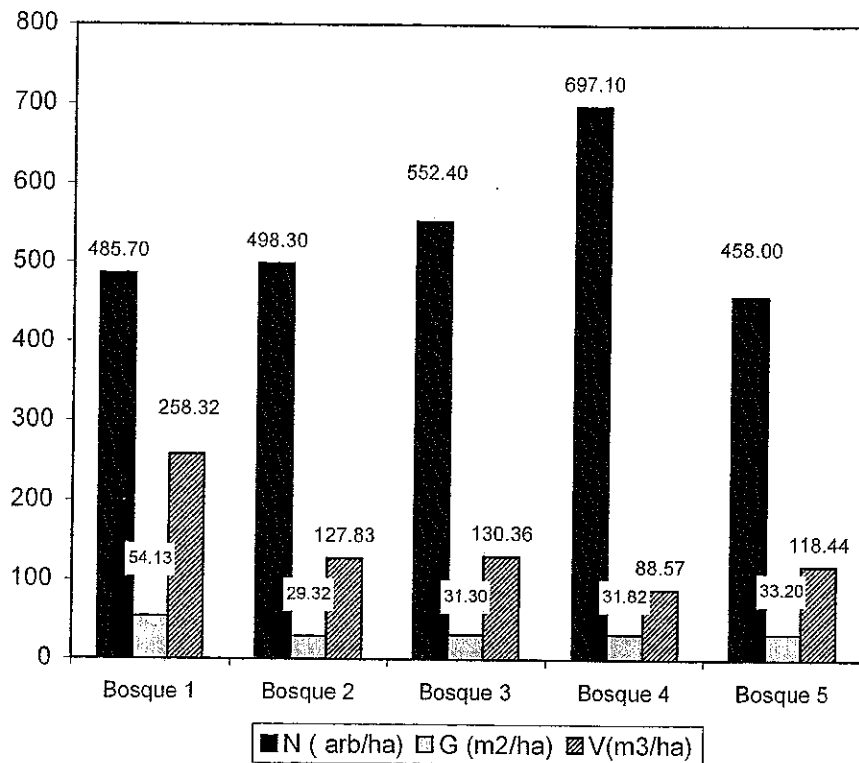


Figura 22. Abundancia (N), Área Basal (G) y Volumen (V), por tipo de bosque, DAP \geq 10 cm. Bosque 1: *Bosque de Cedrela lilloi-Cinnamomum porphyria*, Bosque 2: *Bosque de Tabebuia lapacho-Nectandra angusta*, Bosque 3: *Bosque de Myroxylon peruiferum-Tipuana tipu*, Bosque 4: *Bosque de Astronium urundeuva-Calycophyllum multiflorum*, Bosque 5: *Bosque de Caesalpinia pluviosa-Gallesia integrifolia*.

El análisis comparativo de los 5 tipos de bosques por clase diamétrica se realizó en función de la densidad y área basal, aunque el volumen también muestra diferencias entre tipos de bosques, ya que tiene un comportamiento similar en los bosques de *Tabebuia lapacho-Nectandra angusta*, *Myroxylon peruiferum-Tipuana tipu* y *Astronium urundeuva-Calycophyllum multiflorum* ($V/G \approx 4$), pero estos difieren de los bosques de *Cedrela lilloi-Cinnamomum porphyria* ($V/G \approx 3$) y con el bosque de *Caesalpinia pluviosa - Gallesia integrifolia* ($V/G \approx 5$) (Fig.22).

Inicialmente se determinó la posible relación entre la densidad (N) y el área basal (G) de los tipos de bosques, y estas variables no están correlacionadas una con otra (Pearson, $r = 0.44$, $P > 0.72$).

La distribución de la densidad de los individuos medidos en las clases diamétricas muestra mayor densidad en las clases menores. El análisis de varianza (ANDEVA $Pr > F \alpha = 0.05$) indica en general la significancia de diferencias entre las densidades de los 5 tipos de bosques (Cuadro 10).

Cuadro 10. Variación de la abundancia (N) por clase diamétrica de especies ≥ 10 cm DAP, en cinco bosques de la Serranía del Iñaño, Bolivia. ANDEVA ($Pr > F \alpha = 0.05$). Comparación de medias Prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$).

Bosque/Clase	<i>Cedrela lilloi-Cinnamomum porphyria</i>	<i>Tabebuia lapacho-Nectandra angusta</i>	<i>Myroxylon peruiferum-Tipuana tipu</i>	<i>Astronium urundeuva-Calycophyllum multiflorum</i>	<i>Caesalpinia pluviosa-Gallesia integrifolia</i>	Pr > F
10-19.9	189.71 \pm 80.85 A	278.75 \pm 52.47 A	318.40 \pm 58.64 A	358.86 \pm 141.47 A	262.00 \pm 121.10 A	0.0595
20-29.9	133.71 \pm 49.20 A	121.50 \pm 31.93 B	115.60 \pm 26.29 BA	205.71 \pm 74.726 BA	95.00 \pm 55.70 B	0.0097
30-39.9	55.43 \pm 25.23 A	44.75 \pm 15.05 A	60.00 \pm 16.97 A	82.86 \pm 26.40 A	41.00 \pm 13.81 A	0.1284
40-49.9	41.71 \pm 12.62 A	25.75 \pm 11.40 B	26.40 \pm 12.1 B	38.86 \pm 21.99 BA	18.50 \pm 7.39 B	0.0105
50-59.9	16.57 \pm 6.70 A	8.50 \pm 4.35 B	13.60 \pm 8.68 BA	6.86 \pm 5.52 BA	13.50 \pm 7.39 BA	0.0377
60-69.9	14.29 \pm 10.03 A	6.00 \pm 7.15 B	5.60 \pm 5.39 B	2.29 \pm 4.53 B	7.00 \pm 4.14 BA	0.0088
70-79.9	14.28 \pm 11.04 A	7.00 \pm 5.37 BA	8.40 \pm 7.88 BA	1.14 \pm 1.95 B	9.50 \pm 7.07 BA	0.0440
80-89.9	7.43 \pm 6.29 A	4.25 \pm 4.95 BA	2.40 \pm 2.8 BA	0.00 \pm 0.00 B	5.50 \pm 5.21 BA	0.0602
> 90	12.57 \pm 7.09 A	3.75 \pm 4.49 BA	2.00 \pm 2.83 B	0.57 \pm 1.51 B	6.00 \pm 3.70 BA	0.0134

Se encontró diferencias significativas (ANDEVA $Pr > F \alpha = 0.05$) entre los tipos de bosques en seis clases diamétricas. En la clase diamétricas $> 40-49.9$ cm el bosque de *Cedrela lilloi - Cinnamomum porphyria* reporta mayor proporción de individuos en estas clases, siguen los bosques de *Myroxylon peruiferum-Tipuana tipu*, *Caesalpinia pluviosa-Gallesia integrifolia*, *Astronium urundeuva - Calycophyllum multiflorum* y el bosque de *Tabebuia lapacho - Nectandra angusta*. Pruebas de contingencia también reportaron diferencias estadísticas de la densidad en las clases diamétricas ($X^2 > 0.001$) (Anexo 8a).

La distribución del área basal (G) por clase diamétrica, también reporta un mayor porcentaje de G, en las clases mayores a 40 cm de dap, particularmente en el Bosque de *Cedrela lilloi-Cinnamomum porphyria*. El análisis de varianza ANDEVA ($Pr > F \alpha = 0.05$). (Cuadro 11) indica diferencias significativas, donde el bosque de *Cedrela lilloi-Cinnamomum porphyria* muestra

mayor area basal en estas clases respecto a los otros 4 bosques. El Área basal entre los bosques en función a la comparación de sus medias también reportan diferencias significativas (Tukey $\alpha = 0.05$), excepto en las tres primeras clases. Esta diferencias se confirmaron por pruebas de contingencia que reportaron diferencias estadísticas de las áreas basales en las clases diamétricas ($X^2 > 0.006$) (Anexo 8b).

Cuadro 11. Variación de la dominancia (G) por clase diamétrica de especies ≥ 10 cm DAP, en cinco tipos de bosques de la Serranía del Iñaño, Bolivia. ANDEVA ($Pr > F \alpha = 0.05$). Comparación de medias Prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$)

Bosque/Clase	<i>Cedrela lilloi-Cinnamomum porphyria</i>	<i>Tabebuia lapacho-Nectandra angusta</i>	<i>Myroxylon peruiferum-Tipuana tipu</i>	<i>Astronium urundeuva-Calycophyllum multiflorum</i>	<i>Caesalpinia pluviosa-Gallesia integrifolia</i>	Pr > F
10-19.9	3.13 ± 1.54 A	4.36 ± 0.84 A	5.15 ± 0.87 A	5.61 ± 2.07 A	4.21 ± 2.02 A	0.3069
20-29.9	6.39 ± 2.37 A	5.53 ± 1.41 A	5.34 ± 1.30 A	9.82 ± 3.55 A	4.45 ± 2.37 A	0.0493
30-39.9	5.14 ± 2.58 A	4.01 ± 1.43 A	5.51 ± 1.58 A	7.25 ± 2.51 A	3.90 ± 1.41 A	0.2300
40-49.9	6.33 ± 2.16 A	3.73 ± 1.70 B	3.91 ± 1.82 B	5.89 ± 3.53 BA	2.89 ± 1.17 B	0.0166
50-59.9	3.87 ± 1.57 A	1.52 ± 1.002 B	3.02 ± 1.90 BA	1.54 ± 1.29 B	3.14 ± 1.73 BA	0.0446
60-69.9	4.76 ± 3.26 A	1.89 ± 2.32 B	1.78 ± 1.74 B	0.75 ± 1.49 B	2.26 ± 1.31 B	0.0178
70-79.9	6.11 ± 4.61 A	3.01 ± 2.38 BA	3.75 ± 3.64 BA	0.50 ± 0.86 BA	4.31 ± 3.28 B	0.0380
80-89.9	3.95 ± 3.35 A	2.32 ± 2.71 BA	1.32 ± 1.59 B	0 ± 0 B	3.009 ± 3.05 BA	0.0411
> 90	14.45 ± 11.51 A	2.94 ± 3.59 B	1.49 ± 2.17 B	0.45 ± 1.19 B	5.03 ± 3.42 B	0.0025

4.4 Estructura de poblaciones de especies importantes

De las especies de árboles que se registraron en las 48 parcelas en las vertientes Este y Oeste de la Serranía del Iñaño, catorce fueron las especies seleccionadas por su importancia económica y para la conservación. De estas, cuatro fueron comercialmente aceptables, cuatro deseables y seis potenciales. En el grupo de especies de importancia para la conservación tres fueron raras y cinco endémicas para la formación Tucumano-Boliviano (estas también se incluyen en la categoría de comerciales) (Cuadro 12). Otras especies interesantes por su potencial maderable son *Calycophyllum multiflorum* (palo blanco, verdolago), *Amburana cearensis* (roble), *Gallesia integrifolia* (ajo), entre las de mayor importancia.

Las especies seleccionadas por su rareza como *Juglans boliviana*, esta es una especie característica de bosques de Yungas propiamente, aunque también ha sido reportado como especie presente en los bosques de transición de Yungas a Tucumano- Boliviano (Navarro y Maldonado 2002) y por colecciones y registros propios. En cambio *Machaerium escleroxylon* y *Cariniana estrellensis*, son especies características del bosque chiquitano (Killeen et al 1998), y su presencia en la formación Tucumano- Boliviano es totalmente "rara".

Para evaluar el estado actual de las especies seleccionadas en cada tipo de bosque, se presenta la distribución del número de individuos (densidad) por clase diamétrica (Figura 23) en cada tipo de bosque.

Cuadro 12. Especies arbóreas seleccionadas de importancia económica y para la conservación en la Serranía del Iñaño, Bolivia.

ESPECIES	Importancia Económica	Importancia para la conservación
<i>Astronium urundeuva</i> (cuchi)	A	
<i>Tabebuia impetiginosa</i> (tajibo)	A	
<i>Enterolobium contotisiliquum</i> (timboy)	A	
<i>Tabebuia lapacho</i> (lapacho)	A	E*
<i>Machaerium scleroxylon</i> (morado)	D	R
<i>Cedrela lilloi</i> (cedro)	D	
<i>Cariniana estrellensis</i> (yesquero)	D	R
<i>Myroxylon peruiferum</i> (quina)	D	
<i>Tipuana tipu</i> (tipa)	P	E*
<i>Blepharocalyx salicifolius</i> (arrayán)	P	E
<i>Juglans australis</i> (nogal)	P	E*
<i>Juglans boliviana</i> (nogal 2)	P	R
<i>Cinnamomum porphyria</i> (laurel)	P	E*
<i>Anadenanthera colubrina</i> (cebil)	P	

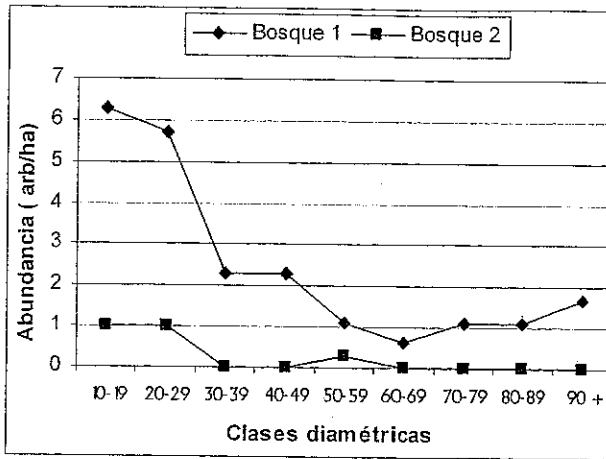
A: aceptable, D: Deseable, P: potencial, E: endémica, R: rara

* Schullemborg y Awdrew (1997)

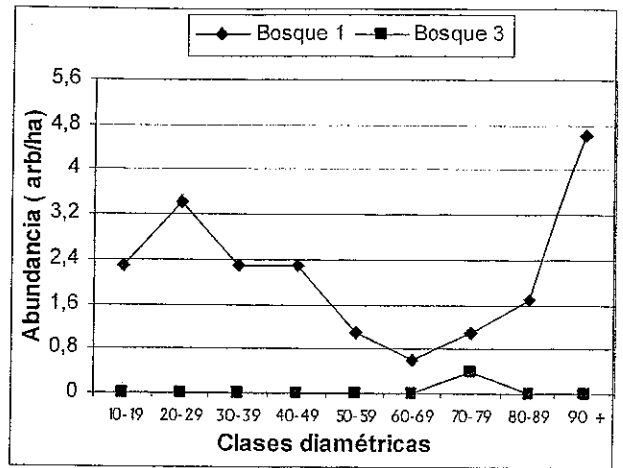
Las distribuciones diamétricas de las especies estudiadas respondieron a diferentes patrones: presentaron la forma de "J" invertida, que tipifican poblaciones disetáneas esciófitas en bosques naturales primarios. Estas especies alcanzan más individuos en las clases menores y menos en clases superiores. Otras especies tuvieron distribuciones aplanadas características en poblaciones coetáneas de heliófitas durables en bosques naturales (Clark 1994). Un grupo pequeño tuvo distribuciones en forma sigmoide fluctuante, que indica que las poblaciones de las especies son pequeñas y si son abundantes probablemente representan al gremio de heliófitas durables.

Las catorce especies tuvieron densidades variables a diferentes altitudes, mostrando a veces una combinación entre forma aplanada en una elevación, y de "J" invertida en otra. Además, en general la densidad de las especies cambia, crece (abundante) o decrece (escasa) con los cambios de elevación, que puede ser la principal razón para las diferencias observadas en las curvas. Las especies que tienen forma de "J" invertida probablemente se han ajustado más a las condiciones de su sitio, que las que tienen curvas aplanadas o irregulares, donde probablemente la especie tuvo problemas en establecerse.

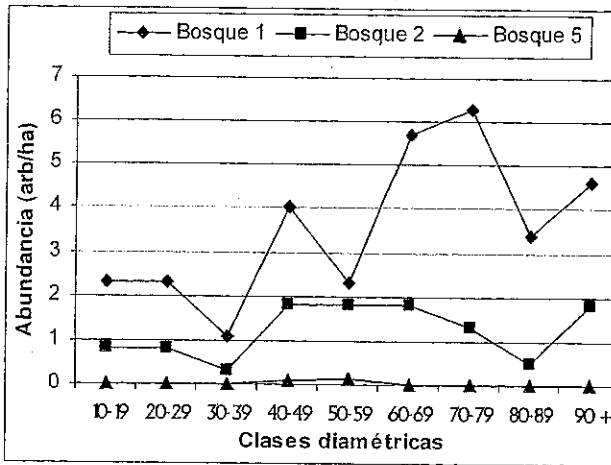
Ninguna de las 14 especies seleccionadas resultó exclusiva de un solo tipo de bosque. Cinco especies tuvieron presencia en dos bosques, como *Blepharocalyx salicifolius*, *Cedrela lilloi*, *Juglans boliviana*, *Astronium urundeuva* y *Cariniana estrellensis*, con diferentes abundancias y distribución diamétrica en cada bosque, normalmente más abundantes en las clases 10 y 20.9 cm de dap y con mejor distribución diamétrica, en el bosque donde fueron características mostrando una curva próxima a una "J" invertida o sigmoidea.



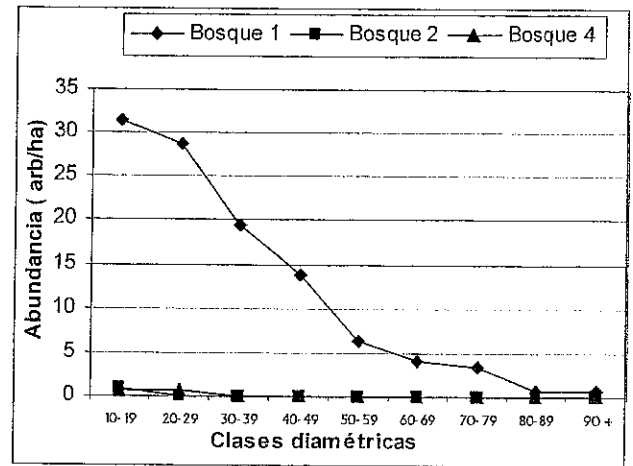
a. *Blepharocalyx salicifolius* (arrayán)



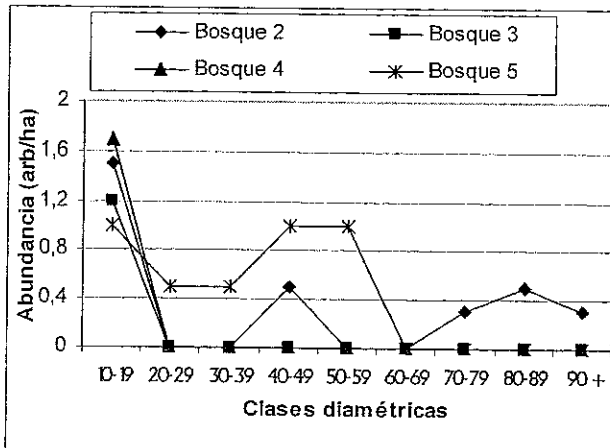
b. *Cedrela Lilloi* (cedro)



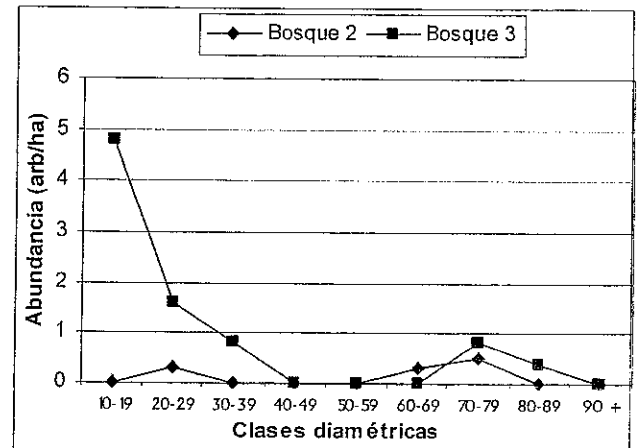
c. *Juglans australis* (nogal)



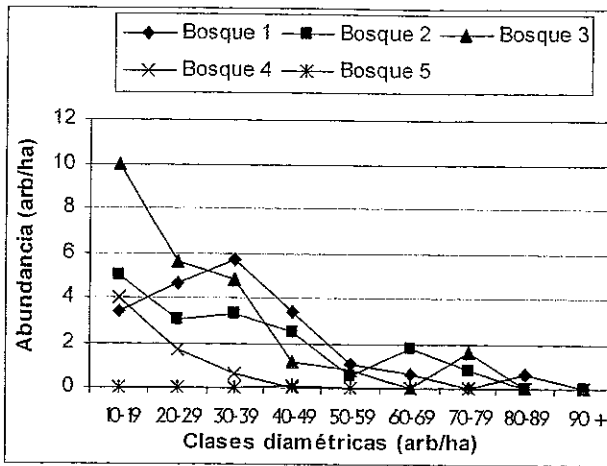
d. *Cinnamomum porphyria* (laurel)



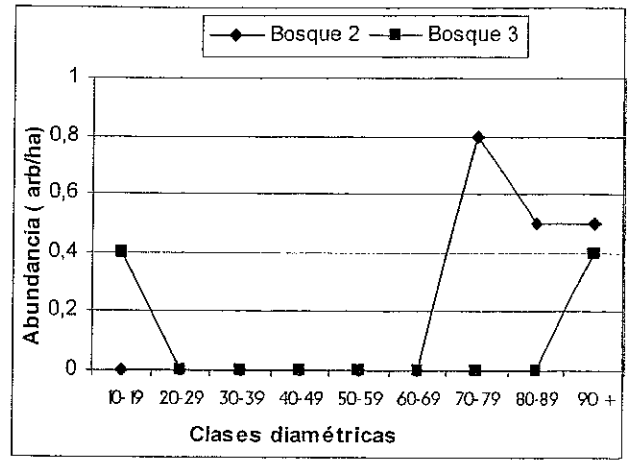
e. *Enterolobium contortisiliquum* (timboy)



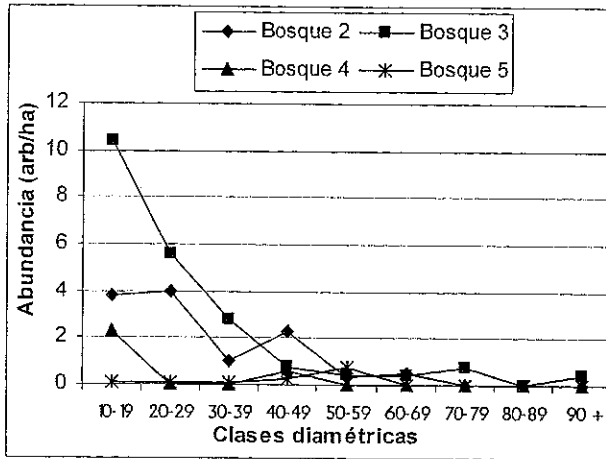
f. *Cariniana estrellensis*



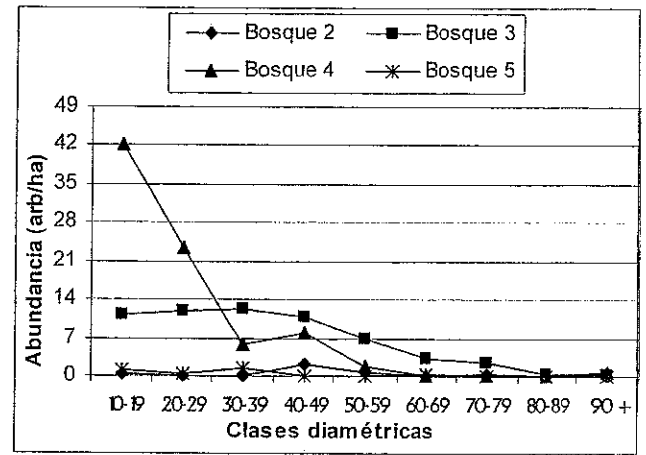
g. *Tabebuia lapacho* (lapacho)



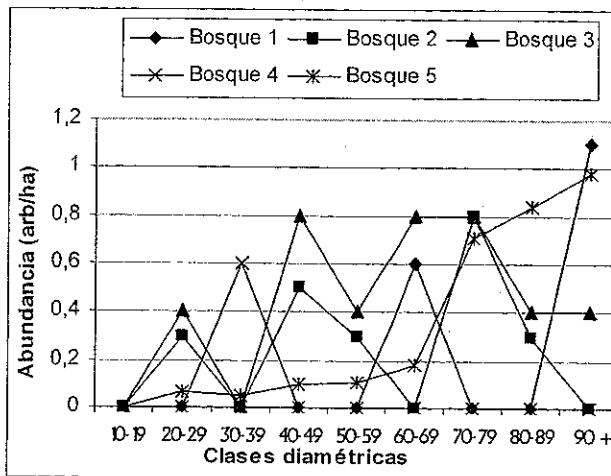
h. *Juglans boliviana* (nogal 2)



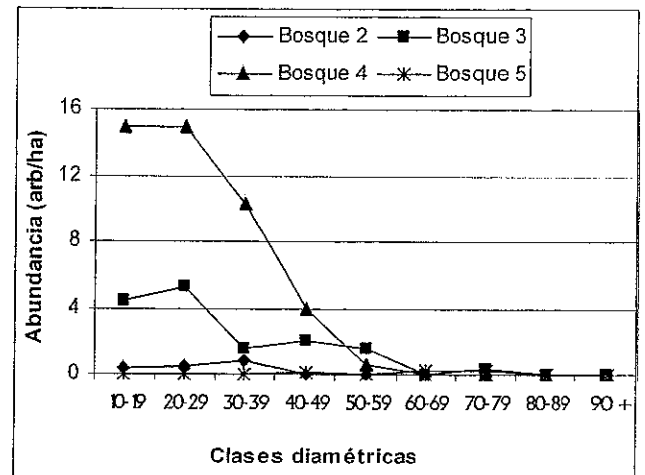
i. *Myroxylon peruiferum* (quina)



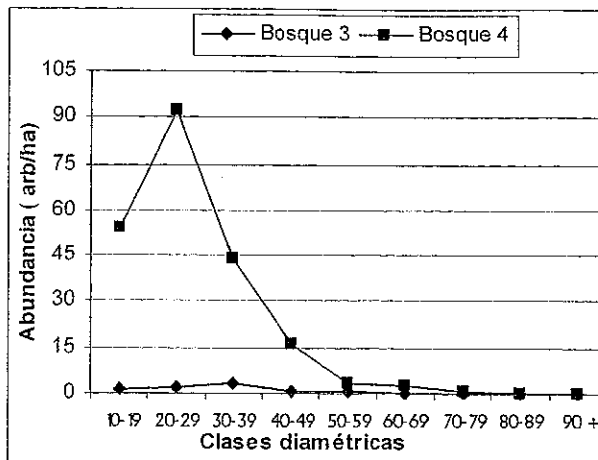
j. *Anadenanthera colubrina* (cebil)



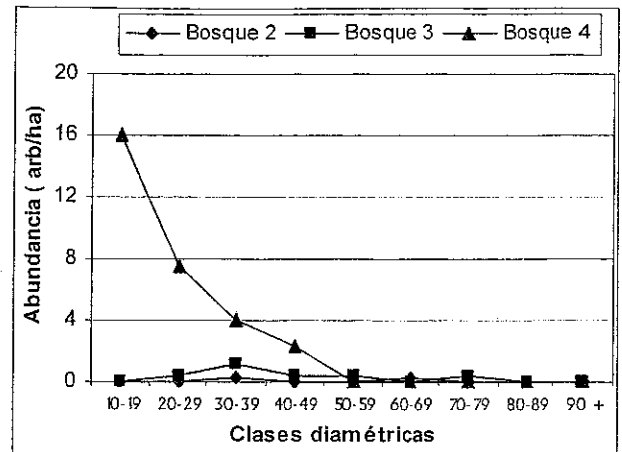
k. *Tipuana tipu* (tipa)



l. *Machaerium scleroxylon* (morado)



m. *Astronium urundeuva* (cuchi)



n. *Tabebuia impetiginosa* (tajibo)

Figura 23. Distribución por clases diamétricas de la abundancia (N) de 14 especies de importancia económica y florística ≥ 10 cm DAP y sus variaciones con la altitud en 4 tipos de bosques, en la Serranía del Iñaño. Bosque 1: *Cedrela lilloi-Cinnamomum porphyria*, Bosque 2: *Tabebuia lapacho-Nectandra angusta*, Bosque 3: *Myroxylon peruiferum-Tipuana tipu*, Bosque 4: *Astronium urundeuva-Calycophyllum multiflorum*, Bosque 5: *Caesalpinia pluviosa-Gallesia integrifolia*

Por ejemplo, *Blepharocalyx salicifolius*, reportó abundancias de individuos con una distribución diamétrica casi aplanada en el bosque (2) de *Tabebuia lapacho-Nectandra angusta*, con 2.3 arb/ha (0.46%) y pasa a tomar la forma de "J" invertida a mayor altitud, en el bosque (1) de *Cedrela lilloi-Cinnamomum porphyria*, presentando 22.3 arb/ha (4.59%). Lo contrario ocurre para *Cedrela lilloi* en el bosque (3) de *Myroxylon peruiferum-Tipuana tipu*, donde la distribución de sus individuos en las clases diamétricas adquiere la forma aplanada, y luego pasa al bosque de mayor altitud (*Cedrela lilloi-Cinnamomum porphyria*) con 9 arb/ha (3.99%) mostrando una curva con tendencia a ser sigmoidea, donde sus abundancias son mayores a 2.3 ind/ha en las clases diamétricas < 50 cm, lo que muestra que la especie tiene regular regeneración y corresponde al gremio de las heliófitas durables. La distribución de nogal 2 (*Juglans boliviana*) es sigmoidea cortada, por la ausencia de individuos en algunas clases diamétricas, es una de las especies que muestra una clara tendencia a probables problemas de regeneración.

En cambio *Astronium urundeuva* en el bosque (3) de *Myroxylon peruiferum-Tipuana tipu*, tuvo una distribución de forma aplanada con solo 8 arb/ha (1.45%), pasando a otra distribución casi con la forma de "J" invertida y con un número más alto de individuos, 212 arb/ha (30.53%) en el bosque (4) *Astronium urundeuva-Calycophyllum multiflorum* donde la especie fue característica. Sin embargo, remarcamos que esta abundancia está concentrada en las clases 10 a 30 cm de DAP, con baja densidad de individuos $>$ a 50 cm de DAP y muy escasos en la clase $>$ a 80 cm.

Sin embargo, remarcamos que esta abundancia esta concentrada en las clases 10 a 30 cm de DAP, con baja densidad de individuos > a 50 cm de DAP y muy escasos en la clase > a 80 cm.

Otro grupo de especies tuvieron presencia en tres bosques, como *Cinnamomum porphyria*, *Juglans australis*, y *Tabebuia impetiginosa*. Con distribuciones diamétricas muy irregulares lejanas a una "J" invertida se presentó *Juglans australis* (nogal), que en el bosque (1) de *Cedrela lilloi-Cinnamomum porphyria* tiene 32 arb/ha (6.59%), y en el bosque (2) de *Tabebuia lapacho-Nectandra angusta* mostró 10.5 arb/ha (2.11%). En ambos bosques tuvo mayor porcentaje de individuos en las clases mayores y escasas en las menores, mostrando también problemas de regeneración.

Las especies que estuvieron presentes en cuatro bosques fueron *Machaerium scleroxylon*, *Myroxylon peruiferum*, *Anadenanthera colubrina* y *Enterolobium contortisiliquum*. El patrón fue el mismo con mayor densidad en uno de los bosques, para decaer en los siguientes. Por ejemplo, *Machaerium scleroxylon*, tiene una densidad de 44.6 arb/ha (6.40%) en el bosque (4) de *Astronium urundeuva-Calycophyllum multiflorum* con una distribución diamétrica de forma plana. En el bosque (3) de *Myroxylon peruiferum-Tipuana tipu* reportó 15.2 arb/ha (2.75%), para luego reportar en el bosque (2) de *Tabebuia lapacho-Nectandra angusta* 1.5 arb/ha (0.30%) y ajustándose a la típica forma de "J" invertida. Marcadamente, la densidad del morado tiende a disminuir con el incremento de la altitud. Por su parte, *Myroxylon peruiferum*, mostró densidades típicas de especies que corresponden al grupo de esciofitas durables, con muy escasos individuos en el bosque de *Caesalpinia pluviosa-Gallesia integrifolia*.

En el caso de *Enterolobium contortisiliquum* sus densidades varían de 4 individuos/ha a solo 1.2 individuos/ha. Estas densidades en los intervalos de clases diamétricas adquieren formas sigmoides, este comportamiento se debe a la baja densidad o ausencia de esta especie en algunas clases diamétricas. Posiblemente porque pertenece al gremio de heliófitas durables.

Finalmente, solo dos especies estuvieron presentes en 5 tipos de bosques como *Tabebuia lapacho*, y *Tipuana tipu*. El lapacho (*Tabebuia lapacho*) mostró cambios en la gradiente altitud, en los bosques 1 y 2 no sigue una distribución de sus clases diamétricas en "J" invertida, mas bien tuvo tendencia de su distribución a casi plana, en cambio en los bosques 3 y 4 si presentan la típica distribución en "J" invertida. La tipa (*Tipuana tipu*) presentó un caso particular, puesto que distribuyó su población en densidades diametrales muy irregulares, con mayor número de individuos grandes y ausencia de individuos o abundancias muy bajas en algunas clases diametrales, por lo que mostró un comportamiento discontinuo.

4.5. Volúmenes disponibles para el aprovechamiento

Las especies de interés para el manejo que tuvieron un DAP \geq a 50 cm reflejaron diferencias entre sus abundancias, su distribución diamétrica, y volumen. Así, el bosque de *Cedrela lilloi-Cinnamomum porphyria* tiene un volumen de 156.5 m³/ha, superando ampliamente en volumen a los demás bosques, por la presencia de árboles grandes de *Cedrela lilloi* y *Juglans australis* que se caracterizan por alcanzar diámetros de más de 1 m de DAP. El bosque de *Tabebuia lapacho-Nectandra angusta* tuvo 55.5 m³/ha, el bosque de *Myroxylon peruiferum-Tipuana tipu* 70.429 m³/ha, y el bosque de *Astronium urundeuva-Calycophyllum multiflorum* 11.6 m³/ha. En la vertiente W el volumen del Bosque de *Caesalpinia pluviosa-Gallesia integrifolia* fue de 93.4 m³/ha.

En la figura 24 se muestran los volúmenes disponibles de las especies con potencial económico por tipo de bosque. Algunas de las especies actualmente ya son aprovechadas y otras se mantienen como potenciales (*Macherium scleroxylon* y *Cariniana estrellensis*), que probablemente puedan convertirse en especies económicamente atractivas, ya que su uso actual es frecuente en otras regiones de Bolivia.

Sin embargo, a pesar de este aparente potencial, son reducidas las especies que acumulan volúmenes comercialmente atractivos en cada tipo de bosque (Figura 24).

En el bosque de *Cedrela lilloi-Cinnamomum porphyria* más del 77% de las 14 especies potenciales fueron árboles de un DAP $>$ 50 cm, en el bosque de *Tabebuia lapacho-Nectandra angusta* el 41%, en el bosque de *Myroxylon peruiferum-Tipuana tipu* el 42%, *Astronium urundeuva-calycophyllum multiflorum* reportó 2.9 % de estas especies arbóreas y en el de *Caesalpinia pluviosa-Gallesia integrifolia* el 51%, tuvieron un DAP $>$ a 50 cm.

Si relacionamos los volúmenes con las abundancias de las especies, se observó que en el bosque de *Cedrela lilloi-Cinnamomum porphyria*, las especies *Juglans australis*, *Blepharocalyx salicifolius*, y *Cedrela lilloi*, tuvieron los más altos porcentajes de volumen y alta abundancia de individuos en las clases \geq a 50 cm. Considerando la capacidad de reposición y la regeneración en este bosque *Blepharocalyx salicifolius* presentó regular reposición y buena regeneración, en cambio *Juglans australis* presentó una distribución muy irregular que podría no asegurar la reposición continua de arboles cortados en sistemas de aprovechamiento selectivo.

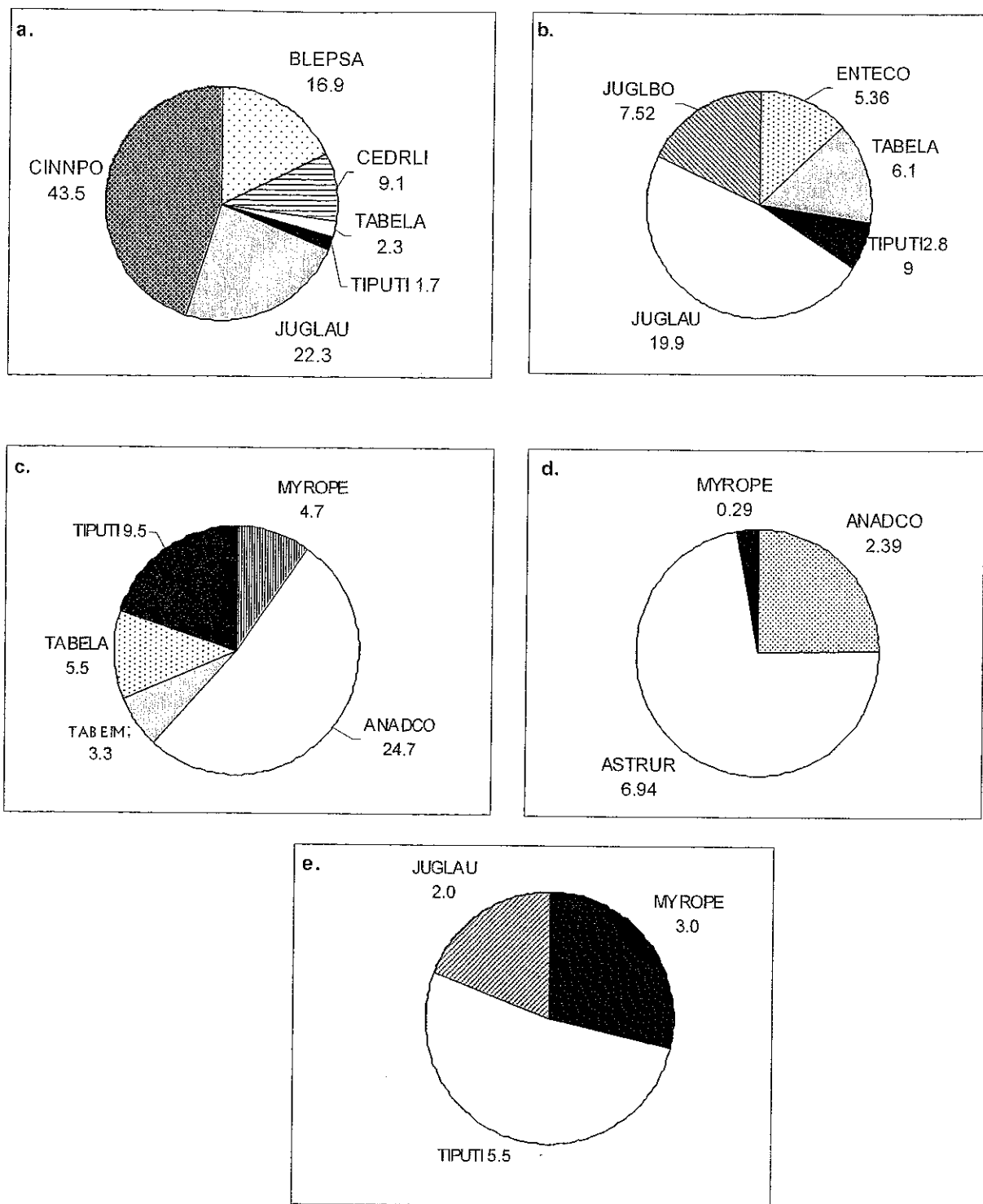


Figura 24. Volúmenes (m³/ha) de especies de interés (DAP ≥ 50 cm) en los 5 tipos de bosques de la Serranía del Iñao, vertiente Este: a. *Cedrela lilloi*-*Cinnamomum porphyria* b. *Tabebuia lapacho*-*Nectandra angusta* c. *Myroxylon peruiferum* - *Tipuana tipu*. d. *Astronium urundeuva*-*Calycophyllum multiflorum*. Vertiente Oeste: e. *Caesalpinia pluviosa*-*Gallesia integrifolia*

En el caso del bosque de *Tabebuia lapacho-Nectandra angusta*, las especies *Juglans australis* y *Tabebuia lapacho* obtuvieron mayor porcentaje de volumen y de individuos con DAP >50 cm, también están las especies *Enterolobium contortisiliquum* y *Cariniana estrellensis* ambas con bajas densidades. *Enterolobium contortisiliquum* presentó mala capacidad de reposición y regular regeneración. En cambio *Tabebuia lapacho* si mostró buena reposición y regeneración.

En el bosque de *Myroxylon peruiferum-Tipuana tipu*, los individuos de *Anadenanthera colubrina*, y *Myroxylon peruiferum*, presentaron abundancias importantes en clases mayores a 50 cm de DAP. Y por lo tanto buenos volúmenes. Si bien aún se tiene la presencia de *Tabebuia lapacho* sus individuos son mayoritariamente de las clases 10 y 20 cm de DAP. En general, se observó y registró que árboles que están en otros bosques del área además del bosque que caracterizan aunque están presentes, sus abundancias y clases diamétricas son inferiores. En este bosque por su importancia, remarcamos que *Anadenanthera colubrina* mostró buena capacidad de reposición y excelente regeneración.

En el bosque de *Astronium urundeuva-Calycophyllum multiflorum*, *Astronium urundeuva* a pesar de su importancia por volumen, el 80% de sus individuos son menores a 50 cm de DAP y solo un 3% están en clases mayores, lo mismo sucede con *Anadenanthera colubrina* y *Machaerium scleroxylon*. Estas tres especies probablemente son las que mejor se prestarían para aprovechamientos de árboles seleccionados, por su potencial de regeneración y reposición, que facilitarían la sostenibilidad técnica de su cosecha. Cabe mencionar que este bosque fue el que mayor densidad presenta entre los cinco descritos, pero tiene mayor proporción de individuos pequeños.

En la vertiente Oeste, *Machaerium scleroxylon*, *Anadenanthera colubrina* y *Tipuana tipu* obtuvieron porcentajes representativos de individuos mayores a 50 cm de DAP, pero no así las especies que caracterizan este bosque, que mas bien se ubican en clases diamétricas inferiores y además su presencia es escasa.

En particular, por sus abundancias fueron raras en ambas vertientes las especies de *Cariniana estrellensis* y *Juglans boliviana* y muy escasas especies comerciales como *Amburana cearensis*, *Caesàlpinia pluviosa* y *Enterolobium contortisiliquum*.

Cuadro 13. Volúmenes disponibles de especies potenciales ≥ 50 cm de DAP, por tipo de bosque. Serranía del Ifíao, Bolivia.

Especie	Bosque	Gremio ecológico	Volumen aprovechable m ³ /ha
<i>Blepharocalyx salicifolius</i>	<i>Cedrela lilloi-Cinnamomum porphyria</i>	HD ³	3.6
<i>Cedrela lilloi</i>	<i>Cedrela lilloi-Cinnamomum porphyria</i>	HD ²	12.4
<i>Juglans australis</i>	<i>Cedrela lilloi-Cinnamomum porphyria</i>	HD ²	16.4
<i>Cinnamomum porphyria</i>	<i>Cedrela lilloi-Cinnamomum porphyria</i>	HD ³	3.0
<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	<i>Tabebuia lapacho-Nectandra angusta</i>	HD ²	1.2
<i>Cariniana estrellensis</i>	<i>Tabebuia lapacho-Nectandra angusta</i>	EP ¹	0.9
<i>Tabebuia lapacho</i>	<i>Tabebuia lapacho-Nectandra angusta</i>	HD ³	3.1
<i>Juglans boliviana</i>	<i>Tabebuia lapacho-Nectandra angusta</i>	HD ³	0.4
<i>Myroxylon peruiferum</i>	<i>Myroxylon peruiferum-Tipuana tipu</i>	EP ³	2.2
<i>Anadenanthera colubrina</i>	<i>Myroxylon peruiferum-Tipuana tipu</i>	HD ¹	5.9
<i>Tipuana tipu</i>	<i>Myroxylon peruiferum-Tipuana tipu</i>	HD ²	6.9
<i>Tabebuia impetiginosa</i>	<i>Astronium urundeuva-calycophyllum multiflorum</i>	HD ¹	0.8
<i>Astronium urundeuva</i>	<i>Astronium urundeuva-calycophyllum multiflorum</i>	HD ¹	0.6
<i>Machaerium scleroxylon</i>	<i>Astronium urundeuva-calycophyllum multiflorum</i>	HD ¹	1.3

1 Guzmán, R. 1997, 2 Marañoñ, C. 1997, 3 Preliminar

Observando como varían los parámetros dasométricos en los bosques estudiados (Figuras 23 y 24, y Cuadro 13), se puede distinguir que algunas especies valiosas se presentaron en proporciones bajas respecto al total de especies que caracterizan cada uno de los bosques, aún más si consideramos que el área no fue intervenida anteriormente. La baja abundancia de algunas especies, la mala capacidad de reposición y regeneración de estas especies es natural, excepto por la probable influencia del pastoreo en la regeneración principalmente en el bosque de *Cedrela lilloi-Cinnamomum porphyria*, por lo demás estos aspectos tendrán que considerarse en las acciones de manejo de estos bosques.

Según el mapa forestal de Bolivia el área es Tierra de Producción Forestal Permanente, con restricción de uso (TPFP CR), consideradas así a las tierras con laderas de más de 45% de pendiente, que están incluidas dentro de áreas prioritarias para la conservación. Donde además en tierras con las laderas entre 45% y 60% de pendiente con suelos poco frágiles, son permisibles las actividades forestales bajo sistemas apropiados de aprovechamiento, conforme a las previsiones específicas y normas técnicas.

Los datos obtenidos y de acuerdo al análisis realizado, en la Serranía del Iñao, se deben orientar actividades de aprovechamiento de impacto reducido con tratamientos silviculturales adecuados a bosques montanos, y ajustados a las características de cada tipo de bosque, sus especies y abundancias.

Si bien el bosque de *Cedrela lilloi*- *Cinnamomum porphyria*, tiene un volumen mayor respecto a los otros para su aprovechamiento, se debe involucrar aspectos ecológicos en la aplicación de técnicas de aprovechamiento, pues este bosque al encontrarse en la máxima altitud posee relieve y topografía con pendientes fuertes, expuestas a continuos derrumbes naturales. Además está asociado a este paisaje la presencia de especies que tienen concentrada su distribución diamétrica en las clases mayores a 50 cm, notándose una regular regeneración de especies comerciales como *Cedrela lilloi*, *Juglans australis* y *Tipuana tipu*.

Por último, en comparación con el bosque de *Astronium urundeuva*-*Calycophyllum multiflorum*, es notable la distribución de una población más abundante de individuos en las clases menores a 50 cm y con potencial de reposición de arboles aprovechables. Sin embargo, se deberían plantear más investigaciones de los impactos de aprovechamiento.

4.6 DISCUSIÓN

A escala regional, en estudios previos estos bosques se clasificaron como el Piso inferior del Bosque Tucumano Boliviano (Hueck 1978, Moraes y Beck 1992, Ribera et al. 1994, Beck 1993, Navarro 1997, Navarro y Maldonado 2003). Los resultados de esta investigación corroboran esta clasificación. En un rango altitudinal de 1000 a 1800 msnm, los bosques de la Serranía del Iñaño forman parte del piso inferior de la formación Tucumano Boliviano. Las especies y familias más importantes coinciden con las que caracterizan estos bosques en otras áreas de Bolivia y Argentina.

La documentación de la composición florística y el análisis estructural de la vegetación proporcionaron elementos importantes para la conservación de dicha área en la Serranía del Iñaño, además los resultados tienen implicaciones prácticas con propósito de manejo de los bosques naturales montanos. Generar información técnica con parámetros dasométricos de la estructura horizontal de los bosques fue importante para establecer diferencias en los 5 tipos de bosques, con el fin de que en el futuro se pueda modelar la dinámica de estos bosques. Remarcamos por ejemplo, que la información sobre la dominancia, el número de especies arbóreas y los cambios de las poblaciones de estas especies en cada tipo de bosque, podría ser útil en este propósito. Asimismo, las diferencias estadísticas encontradas de los parámetros estructurales y de composición entre los tipos de bosques podrían orientar la adecuada zonificación territorial de áreas de conservación y áreas manejo de los bosques, además de orientar posibles estudios sobre consecuencias de diferentes intensidades de aprovechamiento de los bosques en la serranía.

Clasificación de los bosques subtropicales de la Serranía del Iñaño en función al gradiente altitudinal

Zonación altitudinal de los bosques

La mayoría de estudios en bosques montanos describen la zonación altitudinal de la vegetación. Humbolt (1807) evidencia la zonación de la vegetación en los Andes. Algunas investigaciones hacen referencia a fajas o pisos altitudinales en las montañas tropicales, basados en cambios climáticos como Troll (1959) y Holdridge et al. (1971) y otros basados más en caracteres fisionómicos de la vegetación (Hueck 1966, Grubb 1974, 1977).

La formación Tucumano -boliviano ha sido descrito en pisos altitudinales por Tortorelli (1956), Meyer (1963), Cabrera (1976), Hueck (1978), en Bolivia Solomon (1987), Ribera et al. (1994), Beck (1993), Morales et al. (1995), Suchullenberg y Awbrey (1997), Ibisch et al. (2002). En estas investigaciones principalmente se hace referencia a la existencia de un piso basal y otro superior (Cuadro 1). Sin embargo, es importante subrayar que aunque existen coincidencias en la clasificación de los pisos altitudinales de esta formación, existe mucha discrepancia en los límites de los mismos.

En el presente estudio, basado en las características florísticas, de los bosques tipificados considerando un gradiente florístico altitudinal en el rango de 1000 a 1800 msnm, subrayamos que estos se ajustan al piso inferior de la Formación Tucumano-Boliviano, estudiado por los expertos anteriormente citados, y es equivalente a la Selva montana y Bosque montano (Meyer 1966, Morales 1995), Selva de Myrtaceas (Brown et al. 1995, Solomon 1987), Bosques húmedos Boliviano-Tucumanos del subandino superior e inferior (Navarro y Maldonado 2003). Se observan especies arbóreas deciduas en las altitudes más bajas hasta semiperennifolias a mayor altitud. Esta generalización sin embargo, no implica necesariamente la coincidencia de características tanto en composición como estructurales de cada tipo de bosque identificado en el presente estudio con otros ya descritos en Bolivia y Argentina, mas bien se resaltan coincidencias a nivel de pisos o fajas altitudinales que se describen.

En la vertiente Este de la Serranía del Ñaño se podría además hacer mención a la zonación de la vegetación dentro del rango altitudinal estudiado de 1000 a 1800 msnm, en intervalos promedio de 200 m de altitud puesto que existen cambios notables de la composición, estructura y diversidad de la vegetación en los puntos en el gradiente altitudinal de 1100, 1300, 1400 1500, y 1700 msnm. Son el gradiente altitudinal, la topografía y variables ambientales que definen la presencia de los tipos de bosques. En función a estos factores geofísicos se ha observado un cambio estructural mucho más fuerte de la vegetación por arriba de 1800 m de altitud.

Es interesante comparar estos resultados con los obtenidos por Kessler (2000), que menciona la zonación de la vegetación en la Reserva Forestal de Masicuri (con vegetación tipificada como Tucumano – Boliviano), basado en cambios de riqueza de briofitos y líquenes a 1000 y 1500 msnm, y 1700 msnm, indica además que a 1800 msnm, la vegetación cambia, incrementando la diversidad de briofitos y melastomataceas.

Aquí, también hacemos mención que los intervalos de 200 m de altitud utilizados definidos *a priori*, fueron apropiados para la identificación de tipos de bosques en el rango del gradiente de elevación estudiado. En otras investigaciones en bosques montanos se hace referencia a intervalos de 50 m (Veillon 1965), 100 m (Kapelle et al. 1995), 300 m Lieberman (1996), 50 – 150 m Cuello (1995), que muestran cambios de diversidad, y composición con la altitud. En Bolivia, Perú y Colombia para definir comunidades de briofitos se utilizaron intervalos de altitudes de 200 m y 200 ± 70 m (Kessler 2000).

Patrones y tendencias de la diversidad de especies y familias con la altitud

Investigaciones realizadas en Argentina en la formación Tucumano-Boliviano, reportan que la diversidad de las especies tiene una relación negativa con el gradiente latitudinal (Grau y Brown 1995), la diversidad gama desciende de Norte a Sur.

Varios autores sugieren que el límite inferior del bosque húmedo montano está a 1500 msnm de altitud y que a partir de esta línea se dan cambios en su composición y diversidad (Weberbauer 1945, Young y León 1995, Young 1998). Algunos estudios ubican el límite altitudinal del bosque tropical montano entre 1500 a 2000 msnm. Otros como Terborgh (1971, 1977) por ejemplo, encontraron que la diversidad de aves cambia a una altitud de 1500 msnm, debido a cambios en la fisonomía de la vegetación. Lamas (1997) en la cordillera El Cóndor en el Norte del Perú, encontró un traslape entre especies encontradas arriba y por debajo de 1500 msnm de altitud.

En el área de estudio en la Serranía del Iñao, la riqueza local de especies arbóreas (\geq a 10 cm DAP), en un rango altitudinal de 1000 a 1800 msnm, fue alta con 139 especies en 12 ha (Acápite 4.1), en comparación con las Selvas Argentinas pedemontanas y montanas, que presentan 113 y 118 especies respectivamente (Grau y Brown 1995). Si analizamos que para el bosque Tucumano- Boliviano en Argentina, en un rango altitudinal de 500 a 3000 msnm se reportó 170 especies arbóreas, incorporadas en 130 géneros y 57 familias (Morales et al. 1995), esto atribuye al área de estudio potencialidades ecológicas y biogeográficas importantes para su conservación.

En Bolivia, Terán (1997) reportó 118 especies en bosque húmedo templado del Subandino de Chuquisaca, Gonzáles et al. (1996) obtuvo 112 especies de árboles en el Parque Nacional Tariquía que protege esta misma formación.

Se observa también de los resultados que la relación especies – área, que muestra la riqueza de especies en 0.25 ha, varió entre 17 a 31 especies en la vertiente Este y 34 especies en la vertiente W. La riqueza de especies en bosques de Argentina entre 700 a 1700 msnm de altitud varió entre 12 a 17 especies en 0.1 ha, pero este número declina entre 1600 a 1700 msnm, para luego decrecer más abruptamente arriba de 1700 msnm (Brown y Grau 1995).

La tendencia decreciente también se presenta en la diversidad de los tipos de bosques de la Serranía del Iñao, cuyos resultados mostraron que con los cambios de elevación en el rango altitudinal de 1000 a 1800 msnm, varía significativamente. La diversidad incrementa entre 1000 a 1500 msnm y luego decrece después de los 1500 a 1800 msnm, de acuerdo al patrón florístico propuesto por Gentry (1982, 1988b, 1992, 1995), que indica que la riqueza de especies decrece con el incremento de la elevación. Sobre este resultado, varias otras investigaciones han reportado este mismo patrón de diversidad en bosques montanos (Redd 1969, Whittaker 1956, 1960, Yoda 1967, Kappelle et al. 1995, Grau y Brown 1995, Vazquez y Givinish 1998).

Mediante el estudio se reportó que en el área de estudio el pico máximo de la riqueza y diversidad de especies, esta ligeramente ubicado en las elevaciones intermedias del gradiente de altitud, entre 1400 a 1500 msnm (Fig 14), donde el bosque de *Myroxylon peruiferum-Tipuana tipu* tiene mayor riqueza. Esta tendencia refleja el patrón mencionado por Whittaker (1960), Terborgh (1973), Daubenmire (1970), Whittaker y Niering (1965, 1975) quienes postulan con argumentos evolutivos y biogeográficos que las comunidades intermedias dentro de una región deben ser más diversas.

La riqueza existente en la elevación mencionada, probablemente se deba a diferencias de hábitat dados con los cambios altitudinales, procesos ecológicos como dispersión de las especies, rareza geográfica y relaciones biogeográficas. Estos bosques reúnen especies que se ubican, en zonas de transición o cambios microclimáticos con probable gradiente de humedad (influencia de mayor nubosidad y vientos húmedos). En la Serranía de Iñao, el gradiente de humedad estaría dado por cambios microclimáticos con la altitud, posiblemente con base en parámetros de temperatura como explica Bianchi (1981) quien encontró que con la elevación, la precipitación y neblina intensa se incrementan notablemente en los bosques del Noereste Argentino, especialmente arriba de 1000 a 1200 msnm (Kessler 2000). Este gradiente de humedad podría causar los cambios de riqueza a lo largo del gradiente de elevación.

Además suponemos que existen cambios en la composición del sustrato geológico con la gradiente altitudinal que influiría en el pH del suelo, y en consecuencia en la distribución de los bosques. A esto asociamos la variabilidad del relieve, ya que a una misma altitud el relieve puede variar entre ondulado a quebrado con laderas de pendientes fuertes, quebradas estrechas y profundas. Asimismo, se ha observado que los bosques de mayor altitud poseen mayor espesor en la capa de hojarasca en descomposición que tiene directa relación con el pH del suelo (Lerche 2003 in press.).

Composición de especies y familias

La composición florística de los bosques subtropicales de la Serranía del Iñao a lo largo del gradiente altitudinal, muestra familias que tipifican los bosques montanos del Neotrópico como Lauraceae, Leguminosaceae, Myrtaceae, Bignoniaceae y géneros como *Nectandra*, *Ocotea*, *Citronella*, *Trichilia*, *Cedrela*, *Phoebe* y *Miconia*. Estos bosques en sus pisos inferiores se caracterizan por la presencia de una alta proporción de especies deciduas de los bosques de Sudamérica (Sarmiento 1972). Estas características florísticas y ecológicas también son coincidentes con los bosques Tucumano-Bolivianos del piso inferior (Hueck 1978, Cabrera y Willinks 1973, Solomon 1987, Beck 1993, Moraes y Beck 1992, Ribera et al. 1996).

Las familias mencionadas, igualmente fueron nombradas en estudios importantes de composición de comunidades a lo largo de gradientes de elevación en bosques montanos de Centro América, Borneo y los Andes (Lieberman et al. 1996, Kappelle 1995, Vazquez y Givinish 1998, Kitamaya 1992, Cuello 1995 y Brown et al. 1985)

Por la composición florística, los bosques de la Serranía del Iñao situados entre 1000 y 1400 msnm, se asemejan a la descripción de los bosques argentinos, caracterizadas dentro el distrito de las Selvas Pedemontanas (Brown 1995), o Selvas de transición nombrado por Cabrera (1976), Selva montana (Morales et al. 1995), identificados como una provincia fitogeográfica en si misma, denominado Dominio de los bosques estacionales tropicales de Sudamérica (Prado 1994). Los bosques presentan especies características como *Calycophyllum multiflorum*, *Phyllostylon rhamnoides*, *Chlorophora tinctoria*, *Pterogyne nitens*, *Enterolobium contortisiliquum*, *Pisonia zapallo*, y *Myrcianthes pungens*. De igual manera, estos bosques tienen características florísticas equivalentes a la Selva de Transición (Cabrera y Willink 1973), Selva Basal (Meyer 1966), y Bosque de Laurel (Hueck 1978) o Bosque Basal (Solomon 1987, Ribera et al. 1994, Beck 1993).

También existe mucha afinidad en la composición florística de la vegetación ubicada en el pie de monte de la Serranía, con la Chiquitanía de Bolivia. Entre las especies comunes en la composición del bosque Chiquitano y Tucumano están *Aspidosperma tomentosum*, *Trichilia elegans*, *Capparis prisca*, *Urera baccifera*, *Ruprechtia laxiflora* (presentes en el subdosel), *Anadenanthera colubrina*, *Piptadenia viridiflora*, *Chorisia speciosa*, *Tabebuia impetiginosa*, *Machaerium scleroxylon*, *Aspidosperma cylindrocarpon*, *Astronium urundeuva*, *Gallesia integrifolia*, *Phyllostylon rhamnoides*, *Eriotheca roseorum*, *Cariniana strellensis*, *Schinopsis brasiliensis*, y *Cedrela fissilis* (emergentes en el dosel). Estos bosques también tienen vínculos florísticos con los bosques de la Caatinga del Noreste brasileño y el Chaco propiamente en Bolivia, Argentina y Paraguay (Prado 1994).

Tomando en cuenta todo el rango altitudinal estudiado, los bosques del área de estudio en la Serranía del Iñaño, corresponden a la vegetación denominada bosques nublados o de Myrtaceas (Hueck 1978, Solomon 1987) que incluyen al distrito de Selva Montana (Cabrera & Willink 1973).

Analizando el total de las especies, más del 90% fueron mencionadas como características para la formación Tucumano - Boliviana en investigaciones en Bolivia (Solomon 1987, Schulenberg y Awdrey 1997, Gonzáles et al. 1996, Paniagua et al. 1999, Navarro 1997, Navarro y Maldonado 2003) y en Argentina (Tortorelli 1956, Meyer 1966, Cabrera 1976, Brown et al. 1985, Prado 1995, y Morales et al. 1995). El 10 % restante esta representado por especies probablemente nuevas no reportadas para la formación y otras que provienen de otras formaciones vegetales, con las cuales ya se mencionó su afinidad.

Diferencias estructurales entre los bosques tipificados

La diferencia de estructura de los tipos de bosques de la Serranía del Iñaño con relación con los cambios de altitud, se marca principalmente por las disímiles abundancias de individuos de las clases diamétricas menores.

La tendencia de la relación lineal negativa entre la altitud y la densidad de individuos de clases diamétricas menores, no compatibiliza con el patrón estructural reportado para bosques tropicales montanos, donde la tendencia fue el incremento del número de individuos de diámetros pequeños con la altitud (ej. Lieberman et al. 1996, Gentry 1992, y Cuello 1995).

En este contexto y analizada la densidad de los bosques del nivel inferior (1100-1500 msnm), en los bosques situados a 1100 msnm de altitud, la densidad es comparable con los bosques del parque El Rey en Argentina que reporta 273 a 675 arb /ha \geq a 10 cm de DAP en un rango de altitud de 950 a 1050 msnm (Brown et al. 1985). En la Reserva de flora y fauna de Tariquía en Bolivia donde Gonzáles et al. (1996), reporta de 600 a 944 arb/ha en altitudes de 800 a 1200 m.

El bosque Seco Chiquitano de Bolivia comparte algunos elementos florísticos con los bosques semidecíduos del Piso Inferior de la Formación Tucumano-Boliviano. Por ejemplo, la investigación de Killeen et al. (1998) por medio de un inventario florístico exhaustivo en 400 ha de bosque tropical semidecídulo en la Chiquitania de Santa Cruz-Bolivia reporta 437 arb/ha \geq a 10 cm de DAP. De este mismo bosque Chiquitano la Superintendencia Forestal reporta en la región productora Chiquitana, 594 arb/ha \geq a 20 cm de DAP (Superintendencia Forestal 1999).

En los bosques situados entre 1400 a 1500 msnm, las densidades también son semejantes a los que reportó Terán (1997), que obtuvo 591 arb/ha, en bosques de Aperiafí (en un rango altitudinal de 1240 a 1600 msnm) y con el estudio de Caballero y Gørgensen (2003 in press) en Sipoperenda, también en la formación Tucumano Boliviano con 441 a 591 arb/ha (en un rango altitudinal de 1120 a 1450 m).

Los bosques de mayor altitud (1700msnm) podrían compararse con el estudio de Vargas (1996), que reporta 713 arb/ha en el bosque nublado del parque Amboró de Bolivia a 1500 msnm de altitud, la similiaridad con este bosque esta dado porque contiene vegetación de Yungas del Norte de Bolivia, que también contiene elementos florísticos de la Formación Tucumano -Boliviano.

De acuerdo a observaciones en el área, también se constató un cambio brusco de la estructura horizontal y vertical de los bosques arriba de 1800 m, por lo que la zonación de la vegetación en los 4 puntos en la gradiente altitudinal de 1000 a 1800 msnm, coincidió con el punto máximo en el gradiente de elevación a 1800 m de altitud, donde se da el cambio a bosques más húmedos influidos por la alta nubosidad, y presencia de una variedad alta de epifitos, además de la decadencia de la altura y diámetros de las especies de los bosques, también mencionado por Gentry (1988), en bosques montanos.

El área basal para los bosques montanos semidecídúos más bajos de la Serranía del Iñao están por encima del rango de 6 a 15 m² /ha citado para los bosques secos del neotrópico (Gentry 1995), pero es similar al área basal el bosque Chiquitano de las Trancas (27.6 m²/ha) (Killeen et al. 1995). Algunas especies con áreas basales importantes en los bosques situados entre 1100 y 1400 msnm son similares a los de la Chiquitanía como, *Anadenanthera colubrina*, *Astronium urundeuva* y *Machaerium scleroxylon*.

En general, los resultados de área basal de los cinco tipos de bosques, son mucho más próximos al de los bosques subtropicales Tucumano- Bolivianos estudiados en Argentina (29 a 34 m²/ha) (Brown et al 1985), y a los bosques de la reserva de Tariquía en Bolivia donde se obtuvieron áreas basales de 31.16 a 44.69 m²/ha, Gonzáles et al. (1996).

El bosque de máxima altitud reporta una cifra comparativamente mayor en área basal respecto a los bosques más bajos, que concuerda en términos generales con otros estudios en bosques de altura como el de Blazer (1987) y Ramírez et al. (1982). Sobre este punto Rollet (1984) menciona que los valores promedios de N, G y V de bosques de altura son mucho mayores que los que caracterizan los bosques de bajura.

La metodología aplicada: Clasificación, Ordenación y análisis de gradientes ambientales

En el análisis de gradientes de la vegetación de la Serranía del Iñao, conducido a entender la variación local de la vegetación en términos de factores ambientales (o características de sitio), poblaciones de especies y asociaciones (tipos de bosques), la identificación de gradientes fue importante para la caracterización de los tipos de bosques, permitió conocer sus diferencias en estructura y composición en todo el gradiente de altitud y entre vertientes. Estos análisis se efectuaron mediante métodos indirectos (clasificación y ordenación) y directos (análisis de gradientes y medidas de diversidad) (Whittaker 1967).

La clasificación y ordenación de la vegetación mediante métodos aglomerativos (conglomerados) y de ordenación, ensayados con el total de la muestra en ambas vertientes y de manera independiente por vertiente, tuvieron resultados comparativos muy útiles para precisar la tipología de los bosques.

Ambos métodos de clasificación y ordenación coadyuvaron a más una mejor y clara separación de las parcelas, para luego reunirse en grupos homogéneos, mostrando la diferenciación

florística de vegetación en función a las gradientes ambientales. Los dos procedimientos generaron el mismo número de grupos, pero con algunas diferencias en la combinación de parcelas.

Estas metodologías de análisis multivariado, para la clasificación y ordenación de la vegetación, también fueron utilizadas en otros estudios, como el de Cuello (1995) en Venezuela, Kappelle (1995) en Costa Rica, Pérez (2000) en Nicaragua, Morales et al. (1995) y Brown (1995) en Argentina; además de otros utilizados como una simple ordenación multidimensional en varias regiones del Neotrópico; en Bolivia Killeen et al. (1998), y Arroyo (1999).

Igualmente los métodos de análisis de gradientes ambientales citado por (Whittaker 1967, 1973), fueron adecuados para examinar la variación vegetación-ambiente, analizados en un marco multidimensional. En efecto, en este contexto los métodos multivariados (análisis directo de gradientes *Fuzzy*) utilizados para conocer la variabilidad de la vegetación con los gradientes ambientales y la definición sobre cual es la variable que tiene mayor peso en la distribución de las parcelas, reportaron resultados concordantes con otros trabajos aplicados en estudios en bosques montanos, donde la altitud resultó el factor más discriminante, como en las investigaciones de Whittaker (1956) en Oregon, EE.UU; Whittaker y Niering (1975) en Arizona, Terán (1997) para Suramérica en Bolivia.

Significado para la conservación y manejo

Hasta la fecha en el departamento de Chuquisaca, un bajo porcentaje de la formación Tucumano-Boliviano se encuentra bajo protección. Los resultados de esta investigación respaldarán los esfuerzos que actualmente se llevan a cabo para la conservación de esta formación de importancia departamental y nacional.

Ámbito biológico

La vertiente Este de la Serranía - área de estudio-, coincidió con un área que aún conserva íntegramente su biodiversidad respecto a otras áreas aledañas, habiéndose observado y registrado importantes elementos que indican el buen estado de conservación, del bosque continuo que cubre éste área, con bajos indicios de perturbación. Las mismas fueron notables en las zonas bajas de la serranía en ambas vertientes, debido principalmente a la cercanía de las comunidades asentadas y hacendados propietarios de grandes extensiones de bosque.

Estos bosques albergan una alta diversidad y endemismo de mamíferos, anfibios, aves y mariposas. Por todo ello, estos bosques son, en conjunto, los ecosistemas que más contribuyen a la biodiversidad del departamento de Chuquisaca en Bolivia, en términos relativos de número de especies por hectárea. Los bosques ubicados a mayor altitud son los ecosistemas con mayor número de especies amenazadas, raras, y en peligro de extinción o están sujetas a protección especial, más aún que los bosques ubicados a menor altitud.

Como indicadores de poca perturbación, los elementos de flora identificados fueron *Cedrela lillo* (cedro), *Juglans australis* (nogal), *Myroxylon peruiferum* (quina), *Blepharocalyx salicifolius* (arrayán), *Cinnamomum porphyria* (laurel), *Tabebuia lapacho* (lapacho) y *Enterolobium contortisiliquum* (timboy). Estas especies presentan individuos con diámetros mayores a 50 cm de DAP, además son frecuentes algunos individuos de hasta más de 100 cm de DAP, que muestra indicios de la existencia de un bosque maduro. De las especies seleccionadas por su rareza, solo dos resultaron ser "raras", estas son, *Cariniana estrellensis* y *Juglans boliviana*. Datos que corroboran el gran valor ecológico y de conservación de estos bosques.

Asociada a la flora, también se observaron indicios de la existencia de fauna silvestre relativamente diversa. En el área se presentan especies de flora y fauna de distribución restringida además de endemismos de la formación Tucumano-Boliviano (Prefectura de Chuquisaca 2001).

En la vertiente Oeste de la Serranía, al estar ubicada la masa boscosa en el fondo de valle y terrazas del río Ñiao, la zona se convierte en un área potencial para asentamientos humanos, por lo tanto el riesgo de conservación del bosque es alto. Es importante que esta vertiente por sus características fisiográficas deba ser de protección total, y con restricción de uso comunal en los faldeos de la serranía, excluyendo totalmente el uso comercial.

Ámbito forestal

Se observó que los bosques de la serranía del Ñiao tienen especies maderables valoradas comercialmente y otras que son aprovechadas en áreas próximas a la zona de muestreo mediante permisos legalmente obtenidos de la Superintendencia Forestal departamental, ya sea a nivel comunitario, o privado. Existe presión sobre especies maderables como *Cedrela lilloi* (cedro), *Tabebuia lapacho* (lapacho) y para uso doméstico *Anadenathera macrocarpa*, *Tabebuia*

impetiginosa y *Astronium urundeuva*, además de otras que fueron analizadas entre 14 especies seleccionadas (Acápite 4.4).

En el bosque de *Cedrela lilloi*- *Cinnamomum porphyria* se encuentran las especies de más alto valor comercial, y coincidentemente este bosque tiene mayor área basal y volumen aprovechable, sin embargo por las condiciones de sitio, es el más vulnerable respecto a los tres restantes descritos para la vertiente Este. Las perturbaciones de origen natural (deslizamientos), propiciadas por las fuertes pendientes y probablemente por el tipo de suelo, hacen que este bosque y los situados por arriba de 1200 msnm, sean aun diferentes en la composición actual y estructura de diámetros de algunas especies.

Grau y Brown (1995) describen que las especies principales que se establecen en las áreas de deslizamientos son *Tipuana tipu*, *Anadenanthera macrocarpa*, *Heliocarpus popayanensis*, en cambio *Cupania vernalis*, *Blepharocalyx salicifolius*, *Cinnamomum porphyria*, *Cedrela lillio*, *Myrcianthes pungens*, *Chrysophyllum marginatum* esporádicamente se localizan en los deslizamientos. De esta manera; los deslizamientos de ladera que han sucedido en estas áreas y las probabilidades de que sucedan en las mismas, se convierten en un elemento más para comprender la composición, estructura, los procesos de regeneración, dispersión y sucesión, en sí de la dinámica natural de estos bosques.

Al ubicarse estos bosques en las pendientes altas de la serranía también albergan importante fauna, la diversidad de aves, mamíferos y otros grupos son evidentes. Donde operaciones de mal manejo podrian tener efectos irreversibles en la biodiversidad.

La situación es diferente en los bosques situados a menor nivel altitudinal en la vertiente Este. El bosque de *Astronium urundeuva*-*Calycophyllum multiflorum*, que si bien también se ubica en una fisiografía colinada y en laderas a veces abruptas, la intensidad y riesgo a deslizamientos naturales es relativamente menor (consultas con los comunarios). Este bosque reúne en su composición especies importantes por su uso potencial (*Tipuana tipu* y *Myroxylon peruiferum*), por esto, la planificación de su uso comunal será importante para el mantenimiento de su cobertura vegetal.

En cambio, en el bosque ubicado en la vertiente Oeste, si bien también muestra potencial maderable, la planificación de cualquier tipo de uso deberá ser cuidadoso.

En síntesis las actividades de aprovechamiento de arboles maderables en la serranía podrían realizarse con la certeza de que permitan tener una visión de los impactos en la cobertura vegetal, que facilite la adopción de nuevos criterios y decisiones sobre el aprovechamiento de los recursos del bosque, regulados por la Superintendencia Forestal como órgano regulador que ha emitido y hecho públicas diversas resoluciones, directrices, instructivos y otros instrumentos a fin de establecer procedimientos mas ágiles para temas muy específicos en la aplicación de la Ley Forestal, que deberán incluir reglamentaciones para los bosques de la Formación Tucumano-Boliviano, de manera particular.

Respecto a otros usos, las superficies de desmontes que se han efectuado en la serranía incluyendo algunas en el área de estudio, ha sido para la agricultura, en vez de la ganadería (pastoreo extensivo), incluyendo cultivos de pequeña escala para la subsistencia, así como agricultura comercial de mediana escala. La mayoría de las tierras desmontadas hasta ahora se encuentran en áreas adecuadas, con muy escasas ubicadas en áreas de riesgo. Sin embargo, es posible que en el futuro la conversión a gran escala, tanto para la agricultura como la ganadería, se extienda a áreas más frágiles. Por esto, está claro que se requieren medidas adicionales para evitar la conversión, en gran escala, de las tierras boscosas a otros usos, particularmente la agricultura y ganadería.

5. CONCLUSIONES

Los resultados mostraron que en el área de estudio los bosques de la Serranía del Iñao por sus características de composición, estructura y diversidad se tipifican en cuatro tipos de bosques en la vertiente Este y uno en la vertiente Oeste, y que corresponden al piso inferior de la formación Tucumano – Boliviano, en el rango altitudinal de 1000 a 1800 msnm.

Los bosques identificados fueron:

Vertiente Este:

Bosque de *Cedrela lilloi* - *Cinnamomum porphyria*

Bosque de *Tabebuia lapacho* - *Nectandra angusta*

Bosque de *Myroxylon peruiferum* - *Tipuana tipu*

Bosque de *Astronium urundeuva* - *Calycophyllum multiflorum*

Vertiente Oeste:

Bosque de *Caesalpinia pluviosa* - *Gallesia integrifolia*

La hipótesis de la diferencia de composición, estructura, y diversidad entre los cuatro bosques de la vertiente Este de la Serranía fue aceptada. El bosque de *Caesalpinia pluviosa* - *Gallesia integrifolia* en la vertiente Oeste de la serranía del Iñao, difiere en estructura, composición y diversidad de los cuatro tipos de bosques de la vertiente Este.

Las principales diferencias en los patrones de composición florística de los bosques subtropicales del piso basal de la formación Tucumano-Boliviano en la Serranía del Iñao ocurren a escala local como respuesta a cambios en las condiciones de sitio, como la altitud, profundidad de suelo, pendiente y factores ambientales relacionados con características de los suelos (pH).

La diversidad de especies arbóreas ≥ 10 cm de DAP incrementa con la altitud desde 1100 a 1500 msnm, y tiende a decrecer a altitudes mayores a 1500 msnm. El bosque de *Myroxylon peruiferum* - *Tipuana tipu* reportó mayor riqueza y diversidad de especies de acuerdo a los índices de Fisher (α), Shanon (H) y Simpson (S), las especies más abundantes en este bosque fueron *Anadenanthera colubrina*, *Pisonia zapallo*, y *Piptadenia viridiflora*.

Los bosques situados en los extremos del gradiente florístico altitudinal en el rango de 1000 a 1800, en la vertiente Este de la serranía, tuvieron menor riqueza y diversidad, estos fueron el bosque de *Cedrela lilloi-Cinnamomum porphyria* y el bosque de *Astronium urundeuva-Calycophyllum multiflorum*.

Las familias más importantes reportadas fueron Leguminosaceae, Myrtaceae, Lauraceae, Sapindaceae, Bignoniaceae, Nyctaginaceae y Meliaceae. Los cinco bosques tipificados mostraron diferencias en los índices de valor de importancia (IVI) de familias en su composición florística. En los bosques de *Cedrela lilloi-Cinnamomum porphyria* y *Tabebuia lapacho-Nectandra angusta* predominaron familias tropicales y subtropicales templadas. En los bosques de *Astronium urundeuva-Calycophyllum multiflorum* y *Caesalpinia pluviosa-Gallesia integrifolia*, las familias Anacardiaceae, Leguminosaceae, Apocynaceae, Phytolacaceae y Capparaceae fueron más importantes.

Los 5 tipos de bosques presentaron diferencias estadísticas en las variables estructurales de densidad y dominancia. El bosque de *Cedrela lilloi-Cinnamomum porphyria* mostró mayor proporción de estas diferencias, a partir de la clase diamétrica mayor a 40 cm de DAP. El bosque de *Astronium urundeuva-Calycophyllum multiflorum* presentó menos área basal total, pero mayor densidad. En otras variables como volumen y altura de dosel también hubo diferencias.

Del análisis dasométrico de los 5 tipos de bosques, se estableció que el bosque que presenta mejores condiciones para su aprovechamiento fue el bosque de *Cedrela lilloi-Cinnamomum porphyria*, y continúan en importancia el bosque de *Myroxylon peruiferum-Tipuana tipu* y el bosque de *Tabebuia lapacho-Nectandra angusta*. Sin embargo, estos bosques presentaron características de mayor fragilidad ecológica por su ubicación topográfica.

La estructura poblacional de especies de importancia económica y para la conservación, mostró diferencias en sus patrones de distribución con el gradiente de elevación, mostrando además diferencias en sus patrones de regeneración y reposición. De estas especies, las que presentaron características poblacionales atractivas para el manejo destinado a la producción de madera fueron *Cedrela lilloi*, *Tabebuia lapacho*, *Enterolobium contortisiliquum*, *Tipuana tipu*, *Juglans australis*, *Astronium urundeuva*, *Myroxylon peruiferum*, *Anadenanthera colubrina*, y *Blepharocalyx salicifolius*.

6. RECOMENDACIONES

Recomendaciones para la conservación:

Los bosques subtropicales de la Serranía del Iñaño son muy importantes en la biodiversidad de Bolivia porque exhiben una alta riqueza y diversidad de flora y fauna, será importante continuar con investigaciones y monitoreos ecológicos que podrían proveer de información que avale la necesidad de conservación y manejo en estos bosques.

Se recomienda continuar con estudios más detallados de la relación de suelos - vegetación, y el grado de humedad para conocer con certeza cual su influencia en la distribución de los tipos de bosques.

El área de estudio en la serranía del Iñaño presenta notables contrastes bióticos y abióticos dentro del mismo coexisten zonas de alto valor ecológico y paisajístico con otras ciertamente degradadas, en su mayor parte por la actividad agrosilvopastoril, exhibiendo en general un buen estado de conservación con varios potenciales y valores naturales, por esto es necesario que las medidas vigentes de conservación sean de impacto inmediato, frente a las amenazas que ejercen presiones de diversa índole.

Debido a que la mayoría de los terrenos incluidos en el área de Inmovilización son de propiedad comunal destinados mayormente al pastoreo del ganado, se debe regular de acuerdo a la zonificación del área protegida el ejercicio de la misma, especialmente sobre especies protegidas o en lista roja (*Cedrela lilloi*, *Juglans australis*, *Tabebuia lapacho*). Por otra parte, el uso potencial de terrenos de propiedad privada situados en el Área Protegida, debe adecuarse igualmente, a las normas y usos de la zonificación. En este marco, se recomienda en las áreas de protección estricta el límite inferior de protección esté ubicado a altitudes no mayores a la cota de 1300 msnm.

Recomendaciones para el manejo forestal:

En el bosque de *Astronium urundeuva*- *Calycophyllum multiflorum* al encontrarse en el piedemonte de la serranía, en zonas de fácil accesibilidad por su proximidad a la comunidad de Ticucha y haciendas de la zona, deberán aplicarse técnicas de manejo de bajo impacto; en áreas ya aprovechadas y otras planificadas, -enfaticamos que el bosque de *Astronium urundeuva* -, por sus características dasométricas (regeneración y capacidad de reposición), se presta a implementar técnicas apropiadas para su aprovechamiento comercial.



7. BIBLIOGRAFÍA

- Alder, D.; Synott, T. 1992. Permanent simple plot techniques for Mixed Tropical Forest. TFP No 25. Oxford Forestry Institute. 124 p.
- Arroyo, L. 1999. Plant communities in continuous forest and insolate forest patches on the Serranía de Huanchaca, Bolivia. Thesis Msc. University of Missouri-St. Louis. U.S.A.
- Austin, m. P. 1968. An ordination study of a chalk grassland community. *Journal Ecology*. 56: 739-758
- Beck, S.G. 1993. Vegetación en Bolivia. En Killeen J. T., E. García y S.G. Beck. Guía de Árboles de Bolivia. 2nd. Edición. Herbario Nacional de Bolivia - Missouri Botanical Garden. La Paz, Bolivia. 957 p.
- Berry, P. E. 2001. Diversidad y endemismo en los bosques Neotropicales de bajura. In *Ecología y conservación de bosques Neotropicales*. comp. Guariguata, M.R. & G. H. Kattan Cartago Ediciones. Costa Rica p. 83-96
- Blazer, J. & M. Camacho. 1991. Estructura, composición y aspectos silviculturales de un bosque de robles (*Quercus* spp.) del piso montano en Costa Rica. Colección Silvicultural y Manejo de Bosques Naturales No.1. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza-CATIE, Turrialba, Costa Rica. 67 p.
- BOLFOR, 1997. 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 Ha.
- Boletta, P. E.; Vides, A. R.; Figueroa, R.; Fernández, M. T. 1995. Cambios fenológicos de la Selva Basal de la Sierra de San Javier (Tucumán Argentina) y su relación con la organización estacional de aves. En: A.D. Brown y H. R. Grau (eds). *Investigación, Conservación y Desarrollo en Selvas subtropicales de Montaña*. P 103-114.
- Boyle, B. L. 1996. Changes on altitudinal and latitudinal gradients in neotropical montane forest. Ph D. dissertation, Washington University, St. Louis Missouri. 247 p.
- Braun-Blanquet, J. 1950. *Sociología Vegetal. Estudio de las comunidades Vegetales*. Ed. Acme. Bs. As. 444 p.
- Braun Blanquet, J. 1979. *Fitosociología. Bases para el estudio de las comunidades vegetales*. 3º de. De. Blume. Madrid. 820 p.
- Bray, J. R.; Curtis, J T. 1957. An ordination of upland communities of south Wisconsin. *Ecological Monographs* 27: 325-349.
- Brown, A. D.; Chalukian, S C. 1985. Estudio Florístico-Estructural de un Sector de la Selva Semidecidua del Noreste Argentino. *Darwiniana* 26(1-4):27-41, junio 1985. Pp 27-41.
- Brown, A. D. Grau, H. 1993. *La Naturaleza y el Hombre en las Selvas de Montaña. Proyecto GTZ. Desarrollo Agroforestal en Comunidades del Noreste Argentino*. Salta Argentina.
- Brown, A.D. 1995. Fitogeografía y conservación de las selvas de montaña del Noreste de Argentina. En: *Biodiversity and Conservation of Neotropical Montane Forests* (eds) Churchill, S.P.H, Balslev, H; Forero, E; Luteyn, J.L. 1995. New York. 702 p.

- Brown, A.D.; Kappelle, M. 2001. Introducción a los bosques nublados del neotrópico: una síntesis regional. *en* Bosques Nublados del Neotropico. (Eds) M. Kappelle, y A. D. Brown. INBIO. p. 25-49
- Brown, A.D.; Grau, H. R.; Malizia, L. R.; Grau, B. 2001. Argentina. *en* Bosques Nublados del Neotropico. (Eds) M. Kappelle, y A. D. Brown. INBIO. p. 624-659
- Caballero, J.; Jorgensen, P.M. 2003. Composición, estructura y Riqueza florística de dos sitios en el Bosque Tucumano Boliviano. Chuquisaca, Bolivia. (en prensa).
- Cabrera, A. 1976. Regiones Fitogeográficas Argentinas. Enciclopedia de Agricultura y Jardinería. 85 p.
- Cabrera, A; Willink, A.. 1973. Biogeografía de América Latina. Monografía No 13. Serie Biológica. Secretaría General de La Organización de los Estados Americanos. Washington. D. C.-USA. 122 p.
- Chalukian, S. C. 1991. Regeneración, Sucesión y Plantas invasoras en un bosque de Yungas, Salta Argentina. Universidad Nacional. Sistema de estudios de posgrado. Programa Regional en Manejo de vida silvestre para Mesoamérica y el Caribe. Tesis de Magíster. Costa Rica. 179 p.
- Camacho, C. M. 2000. Parcelas permanentes de muestreo en bosque natural tropical: guía para el establecimiento y medición. Turrialba, CR, CATIE. 52p. (Serie Técnica. Manual Técnico no. 42).
- Campbell, B. 1978. Similarity coefficients for classifying relevés. *Vegetation*. Vol. 37: 101-109.
- Campbell, D.G; Daly, D. C.; Prance, G.T; V.N. Maciel, V.N. 1986. Quantitative ecological inventory of terra firme and varzea tropical forest on the Río Xingu, Brazilian Amazon *Brittonia* 38: 369-393.
- Campbell, D. G. 1994. Scale and patterns of community structure in Amazonian forests pp 179-197. *En* Edwards, P.J., R.M. May, y N.R. Webb (eds). *Large scale Ecology and Conservation Biology* Blackwell Science. England.
- Cajo, J. F. T.B. 1987. The analysis of vegetation-environment relationships by canonical correspondence analysis. *Vegetatio* 69: 69-77.
- CATIE. 2000. Parcelas permanentes de muestreo en bosque natural tropical. Guía para el establecimiento y medición. M. Camacho (compiladora). Serie Técnica, Manual técnico No 42. Unidad de Bosques Naturales, CATIE. Turrialba, Costa Rica.
- Churchill, S.P.H, Balslev, H; Forero, E; Luteyn, J.L. 1995. Biodiversity and Conservation of Neotropical Montane Forests. New York. 702 p.
- Clark, D.A.; Clark, D.B. 1992. Life history diversity of canopy and emergent trees in a Neotropical rain forest. *Ecological Monographs* 62(3): 315-343.
- Clark, D.A. 1994. Plant demography. *In*: La Selva ecology and natural history of Neotropical rain forest. L. Mc Dale, K.S. Bawa. H.A. Hespennheide. G.S. Harsthorn (eds). The University of Chicago. Chicago. USA. 486 p.
- Condit, R; Hubbell, S.P; Sukumar, R; Leigh, E.G; Manokaran, N; Loo de Laoo, S. 1998. Assessing forest diversity from small plots: Calibration using species-individuals curve from 50 plots. *En* Dallmeier, F. Y J. Comisky (eds). *Measuring and Monitoring forest biological diversity: The international Network of Biodiversity Plots*. Smithsonian Institution/Man and the Biosphere Biodiversity Program, Washington, DC.
- Cowell, R. K. 1997. EstimateS: Statical estimation of species richness and shared species from samples. Version 5. User Guide and application. [Http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates](http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates).

- CORDECH. 1987. Estudio integrado de los recursos naturales del departamento de Chuquisaca, Bolivia. Corporación regional de desarrollo 128. p.
- Cuatrecasas, J. 1958. Observaciones geobotánicas en Colombia. *Rev. Acad. Col. Cs. Exac. Fis. Nat.* 10 (40): 221-268.
- Cubero, D. 2001. Clave de bolsillo para determinar la Capacidad de Uso de las Tierras. San José Costa Rica. 19 p.
- Cuello, N. 1997. Floristic diversity and structure of montane cloud forests of Cruz Carrillo National Park in the Venezuelan Andes. MSc Thesis. University of Missouri-St. Louis. U.S.A.
- Elleberg, H. 1974. Desarrollar sin destruir. Instituto de Ecología, La Paz. Centro Pedagógico y Cultural Portales, Cochabamba. 55 p.
- Dansereau, P. Description and recording of vegetation upon a structural basis. *Ecology* 32(2): 173-229.
- Davis, S.D.; V.H. Heywood; O. Herrera-MacBryde; J. Villa lobos; A.C. Hamilton. 1997. Centres of Plants Diversity. A guide and strategy for their conservation. Vol 3. Oxford U.K. 562 p.
- Delgado, L. D. 1995. Efectos en la riqueza, composición y diversidad florística producidos por el manejo silvícola de un bosque húmedo tropical de tierras bajas en Costa Rica. Tesis Mg. Sc. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 97 p.
- Del Moral, R.; Denton, M. F. 1977. Analysis and classification of vegetation based on family composition. *Vegetatio*. 34: 155-165.
- Digilio, A. P; Legname, P. 1966. Los árboles indígenas de la provincia de Tucumán. *Opera Lilloana* 15: 1-107.
- Dinerstein, E; Olson, D.M; Graham, D.J; Webster, A.L; Primm, S.A; Bookbinder, M.P; Ledec, G. 1995. A conservation assessment of the terrestrial Ecoregions of Latin América and the Caribbean. WWF-World Bank. Washington D.C. 123 p.
- Dodson, C; Gentry, A.H. 1991. Biological extinction in Western Ecuador. *Ann. Missouri Bot. Gard.* 78: 273-295.
- Ferreira, S; Mármol, L. A; Mármol, L.C. 1999. Diversidad de árboles de Selva de Yungas de Salta. Facultad de Ciencias Naturales Universidad Nacional de Salta. En: XIX Reunión Argentina de Ecología. Tucumán. LIEY (Laboratorio de Investigaciones Ecológicas de las Yungas). 229 p.
- Finegan, B; Delgado, L. D. 1999. Structural and floristic heterogeneity in a 30 years -old Costa Rica rain forest restored on pasture through natural secondary succession. *Restoration ecology*.
- Gauch, H. G. 1982. Multivariate analysis in community ecology. Cambridge University Press. USA. 298 p.
- Gauch, H.G.; Wentworth, T.R. 1976. Canonical correlation analysis as an ordination technique. *Vegetatio*. 33(1): 17-22
- Gauch, H.G; Whittaker, R.H. 1981. Hierarchical classification of community data. *Journal of ecology* 69: 135-152.

- Gentry, A.H. 1982. Patterns Of Neotropical Plant species diversity. *Evol. Biol.* 15: 1-84. and floristic composition on environmental and geographical gradients. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 75: 1-34.
- Gentry, A. H. 1988a. Tree species richness in upper Amazonian forest. *Proc. Natl. Acad. USA*, 85: 156-159.
- Gentry, A. H. 1988b. Changes in plant community diversity and floristic composition on environmental and geographic gradients. *Ann. Missouri Bot. Garden*, 75: 1-34.
- Gentry, A. H. 1990. *Four Neotropical Rainforests*. Yale University Press, New Haven, Conn. 627 p.
- Gentry, A. 1992 Diversity and floristic composition of Andean forests of Peru and adjacent countries: Implications for their conservation. In: Young, K. & N. Valencia. *Memorias del Museo de Historia Natural* 21:11-29.
- Gentry, A.H. 1995. Patrones de diversidad y composición florística en los bosques de las montañas Neotropicales. In *Biodiversity and Conservation of Neotropical Montane Forests*, (eds) S. P. Churchill, H, Balslev, E. Forero y J. L. Luteyn, New York. 702 p.
- Gehu, I. M; y Rivas Martínez, M. 1981. *Notions Fondamentales de Phytosociologie*. Tirage a part de : *Berichte der Internationalem. Synposien der Internationalen Vereinigung fur Vegetationskunde. Syntaxonomie*. J. Cramer. Vaduz. 33 pp.
- Guzmán, R. a. 1997. Caracterización y clasificación de especies forestales en gremios ecológicos en el bosque subhúmedo estacional de la región de Lomerío. Santa Cruz Bolivia. Tesis Msc. CATIE. Turrialba, Costa Rica. p.11.
- Grau, H. A; Brown, A. D. 1995 a. Los deslizamientos de ladera como condicionantes de la estructura y composición de la selva subtropical de montaña. En: *Investigación , conservación y desarrollo en selvas subtropicales de montaña*. (eds) Brown, A.D y H.R. Grau. 79-92 p.
- Grau, H. A; Brown, A.D. 1995 b. Patterns of Tree Species Diversity along Latitudinal and Altitudinal Gradients in the Argentinean Subtropical Montane Forests *en Biodiversity and Conservation of Neotropical Montane Forests*, (eds) S. P. Churchill, H, Balslev, E. Forero y J. L. Luteyn, New York. 702 p.
- Grau, H.; Arturi, M.F.; Brown, A.D.; Aceñolaza, P.G. 1997. Floristic and structural patterns along a chronosequence of secondary forest succession in Argentinean subtropical montane forest. *Forest Ecology and management* 95 (1997) 161-171.
- Grau, H. A; Brown. 2000, A. D. Oportunidades para la conservación en la cuenca alta del río Bermejo NW de Argentina y Bolivia. *Ambio* 19(7).445-453.
- Greig-Smith, P. 1983. *Quantitative Plant Ecology*. Studies in Ecology, Vol. 9. University of California Press, Berkeley. 359 p.
- Grubb, P.J; T.C. Whitmore, T.C. 1966. A comparison of montane and lowland forest in Ecuador II. The climate and its effects on the distribution and physiognomy of the forest. *Journal of Ecology* 54: 303-333.
- Grubb, P.J; Whitmore, T.C. 1967. A comparison montane and lowland forest in Ecuador III. The light reaching the ground vegetation. *Journal of ecology* 55: 33-37.
- Grubb, P.J. 1974. Interpretation of the "Massenerhebung" effect on tropical Mountains. *Nature* 229: 44-45

- Grubb, P.J. 1977. Control of forest growth and distribution on wet tropical mountains: With special reference to mineral nutrition. *Annual review of ecology and systematics*. 8: 83-107
- Guariguata, M. R; Kattan, G. H. 2002. *Ecología y conservación de bosques Neotropicales*. Cartago Ediciones. Costa Rica 115
- Hamilton, L. S. 2001. Una campaña por los bosques nublados; ecosistemas únicos y valiosos en peligro. 41-49 p. *en* Bosques nublados del Neotropico. (Eds) M. Kappelle, y A. D. Brown. INBIO. p 61-84.
- Henderson, A.; Churchill, S.P.; Luteyn, J. 1991. Neotropical Plant diversity. *Nature* 229: 44-45.
- Hill, M.O. 1973. Reciprocal averaging: an eigenvector method of ordination. *Journal of ecology* 61, 237-249.
- Hill, M. O. 1979. TWINSpan - A FORTRAN programme for arranging multivariate data in an ordered two-way table by classification of individuals and attributes. Cornell University, Ithaca, New York.
- Hill, M.O; Gauch, H.G. 1980. Detrended correspondence analysis: an improved ordination technique. *Vegetatio* v 42: 47-58.
- Holdridge, L.R. 1967. Life zone ecology. Tropical Science Center, San José, Costa Rica.
- Holdridge, L.R.; Grenke, W.C.; Hatheway, W.H.; Liang, T.; Tosi, J.A. 1971. Forest environments in tropical life zones a pilot study. Pergamon. Oxford.
- Hubbell, S.P.; Foster, R. 1986. Commonness and rarity in a Neotropical forest: Implications for tropical tree conservation. In: M.E. Soulé (ed). *Conservation biology. The science of scarcity and diversity*. Sunderland. USA. p. 205-236.
- Hueck, K. 1966. *Die Walder Sudamerikas*. Gustav Fischer. Stuttgart.
- Hueck, K. 1978. *Los Bosques de Sudamérica (Ecología, composición e importancia económica)*, Sociedad Alemana de Cooperación Técnica. 476 p.
- Hunzinger, H. 1999. La precipitación Horizontal: su importancia para el bosque y a nivel de cuencas en la Sierra San Javier, Tucumán, Argentina. p 53-58. *en* Bosques nublados del Neotropico. (eds) Kappelle, M. y A. D. Brown. INBIO.
- Kappelle, M. 1995. Ecology of mature and recovering Talamancan montane *Quercus* forest. Costa Rica. 270 p.
- Kappelle, M; Brown, A. 2001. *Bosque Nublados del Neotrópico*. Instituto Nacional de Biodiversidad (INBIO). Costa Rica. 698 p.
- Kappelle, M; Van uffelen, J; Cleef, A.M. 1995. Altiudinal zonation of montane *Quercus* forests along two transects in the Chirripó National Park, Costa Rica. *Vegetatio* 119: 119-153.
- Kessler, M. 2000. Altitudinal zonation of Andean cryptogam communities. *Journal of Biogeography*. 27: 275-282.
- Kessler, M; Beck, S.G. 2001. Bolivia. *en* Bosques Nublados del Neotropico. (Eds) M. Kappelle, y A. D. Brown. INBIO. p 581-596.
- Killeen, T.J.; Jardim, A.; Mamani, F. 1998. Diversity, composition and structure of a tropical semideciduous forest in the chiquitanía region of Santa Cruz, Bolivia. *Journal of Tropical Ecology* 14: 803-827.

- Kitayama, K. 1992. An altitudinal transect study of the vegetation on Mount Kinabalu, Borneo. *Vegetatio* 102: 149-152.
- Kómarková, V. 1980. Classification and ordination in the Indian peaks area, Colorado Rocky mountains. *Vegetatio*. 42: 149-163.
- Kortekaas, W.; Van der Maarel, E.; Beefink, W. 1976. A numerical classification of European *Spartina* communities. *Vegetatio*. 33:51-60.
- Kovach, W.L. 1994. Multivariate statical package. Version 2.1 Kovach computing services, pentraeth, Wales.
- Lamas., G. 1997. Lepidoptera of the Cordillera el Condor region of Ecuador and Perú. In: Schulleberg, K. Awbrey (eds) A Biological Assesment. Conservation International. Rapid Assesment Program. Working papers No7.
- Lauer, W. 1968. Problemas de la división fitogeográfica en América Central. 139-156 p. In Troll, C. ed. The geocology of the mountainous regions of the tropical Americas: Proc. UNESCO Symp. Mexico, August 1-3, 1966.
- Lauer, W. 1986. Die Vegetationszonierung der neotropical und ihr Wandel SEIT der Eiszeit. *Ber. Deutsch. Bot. Ges.* 99: 211-235.
- Leganame, P. 1982. Los árboles indígenas del noreste argentino. *Opera Lilloana* 34: 1-226.
- Lerche, T. 2003. Comunicación personal. Thesis en publicación
- Lieberman, D; Lieberman, M; Peralta, R; Hartshorn, G.S. 1996. Tropical forest structure and composition on a large-scale altitudinal gradient in Costa Rica. *Journal of ecology* 84: 137-152
- Lillo, M. 1919. Reseña Fitogeográfica de la provincia de tucumán. I Reunión de la Soc. Arg. Cs. Nat. Tucumán p 216-232.
- Maarel, E. van der; Janssen, J.G.M.; Louppen, J.M.W. 1978. Tabord, a program for structuring phytosociological tables. *Vegetatio*. 38(3): 143-156.
- Magurran, A. E. 1988. Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press. Princeton. New Jersey.
- Marañon, C. 1997. Regeneración de especies forestales en el bosque Tucumano Boliviano. Tesis de grado. Universidad Juan Misael Saracho. Tarija Bolivia.
- Matteuci, A.; Colma, A. 1982. Metodología para el estudio de la vegetación. OEA. Washinton. 168 p.
- Meyer, T. 1963. Estudios sobre la Selva Tucumana. *Opera Lilloana*, 19: 1-140
- MDSP. 1998. Normas técnicas para la elaboración de instrumentos de manejo forestal (inventarios, planes de manejo, Planes operativos, maps) en propiedades privadas o concesiones con superficies mayores a 200 ha, Resolución ministerial No 248/98. Ministerio de desarrollo sostenible y planificación. La Paz. Bolivia.
- Milligan, G. W; Cooper, M. C. 1985. An examination of procedures for determining the number of conglomerates in a data set. *Psychometrika*. USA.
- Moraes, M; Beck, S. 1992. Conservación de la diversidad biológica en Bolivia, La Paz, Bolivia. 443 p.

- Morales, J. M; Sirombra, M; Brown, A. D. 1995. Riqueza de árboles en la Yungas argentinas. En Brown, A. D. , H.R. Grau eds. Investigación, Conservación y desarrollo en selvas subtropicales de montaña. 163-170 p.
- Mori, S.; Boom, B.; de Canavalino, A.M.; dos Santos, T.S. 1983. Ecological importance of Myrtaceae in an Eastern Brazilian wet forest. *Biotropica*. 15(1):68-70.
- Muller-Dombois, D; Ellemberg, H. 1974. *Aims and Methods of Vegetation Ecology*. John Wiley & Sons, New York-London-Sidney-Toronto.
- Murray, B.R; Rice, B.L; Keith, D. A; Myerscough, P.J; Howell, J; Floyd, A.G; Mills, K; Westoby, M. 1999. Species in the tail of rank-abundance curves. *Ecology* 80 (6) p. 1806-1816.
- Navarro, G. 1997. Contribución a la Clasificación Ecológica y Florística de los Bosques de Bolivia. en *Revista Boliviana de Ecología y Conservación Ambiental*. Fundación Simón Patiño. Cochabamba, Bolivia. p 3-37.
- Navarro, G; Maldonado, M. 2002. *Geografía y Ecología de Bolivia. Vegetación y ambientes acuáticos*. Ed. Centro de Ecología Simón I. Patiño. Cochabamba Bolivia. p 719.
- Nakashizucha, T; Yusop, Z; Nik, A.R. 1992. Latitudinal zonation of forest communities in Selangor, Peninsular Malasia. *Journal of Tropical Forest Science*. 4: 233-244.
- Noy-Meir, I.; Austin, M.P. 1970. Principal component ordination and simulated vegetation data. *Ecology* 57: 551-552.
- Orlaci, L. 1966. Geometric models in ecology. I. The theory and application of some ordination methods. *Journal Ecology*. 54: 193-215.
- Paniagua, N. 1999. Caracterización de la Biodiversidad en la Reserva Nacional de Flora y Fauna Tariquía. *Vegetación y Flora*. P 22-39. En: *Estudio de Biodiversidad de la reserva Nacional de Flora y Fauna Tariquía*. M. Moraes, J. Sarmiento (eds). Instituto de ecología. La Paz.
- PDM. 2001a. Diagnóstico Consolidado PDM Villa Vaca Guzmán/Ceibo.
- PDM. 2001b. Diagnóstico Consolidado PDM Monteagudo/Universidad Nur.
- Pérez, M. A. 2000. Composición y Diversidad de los bosques de la región autónoma del atlántico Norte nicaragüense: una base para el manejo sostenible. Tesis Msc. Turrialba, Costa rica. 155 p.
- Pianka, E. R. 1966. Latitudinal gradient in species diversity a review of concepts. *American Naturalist* 100:33-46.
- PLAFOR 1997. Perfil de Proyecto para la Conservación de la Serranía del Iñaño. Sucre Bolivia 12 p.
- PLAFOR 1999 Informe Expedición Interinstitucional a la Serranía del Iñaño. Sucre, Bolivia 8 p.
- Prado, D. E. 1993. GAT is the Gran chaco vegetation in South america? II. A redefinition contribution to the study of flora and vegetation of the Chaco. *Candollea* 48:615-629.
- Prado, D.E. 1994 Seasonal forest of tropical South America, from forgotten ecosystems to new Phytogeographic unit. Symposium on community Ecology and conservation biology. Systematisch-botanisches institut der Universitat und botanischer garten. Berna Suiza.
- Prefectura de Chuquisaca, 1999. Bases para el manejo integral y aprovechamiento forestal de la serranía del Iñaño. Sucre.

- Prefectura de Chuquisaca 2001. Estudio de Justificación para la creación del área protegida de la serranía del Iñaño. Sucre, Bolivia 57 p.
- Preston, F.W. 1962. The Canonical distribution of commonness and rarity: Part I. *Ecology*. 43(2): 185-215.
- Quigley, M.F.; Platt, W. 2003. Composition and structure of seasonally deciduous forest in the América. *Ecological Monograph* 73(1) 87-106.
- Ramírez, M. Et al. 1982. Vegetación y zona de vida en la región Pacífica sureste del parque Nacional La Amistad, sector Costarricense. In: CATIE compendio de informes técnicos. San José Costa Rica.
- Rollet, B. 1974. L' Architecture des forest denses humides sempervirentes de plaine. Nogent-Sur-Marme. CTFT. 298 p.
- Ribera, M. O; Lieberman, M; Beck, S. T; Moraes, M. 1994. Mapa de Vegetación de Bolivia y áreas protegidas de Bolivia. Escala 1:1.500.000. Comunidades, territorios Indígenas y Biodiversidad en Bolivia. CIMAR. La Paz.
- Ribera, M. O; Lieberman, M; Beck, S. T; Moraes, M. 1996. Vegetación de Bolivia. *En* Mihotek B., (eds). Comunidades, territorios Indígenas y Biodiversidad en Bolivia. Santa Cruz, U.A.G.R.M-CIMAR . p. 169-222.
- Rundel, P. W. 1994. Tropical alpine climates. Chapter 2 p 21-44. In: P.W. Rundel, A.; Smith, P.; Meinzer, F.C. (eds). *Tropical Alpine Environments, Plant Form and function*. Cambridge University. Press.
- Sarmiento, G. 1972. Ecological and floristic convergences between seasonal plant formations of tropical and subtropical South America. *Journal of Ecology*. 60: 367-389.
- Scatena, F. N. 2001. El bosque neotropical desde una perspectiva jerárquica. *en* Ecología y conservación de bosques Neotropicales. Comp: Guariguata, M. R. & G. H. Kattan Cartago Ediciones. Costa Rica p. 23-41
- Schullenberg, T.S.; Awdrey, K. 1997. A Rapid Assessment of the Humid Forest of South Central Chuquisaca, Bolivia. p 1-84.
- Superintendencia Forestal. 1999a. Resoluciones Emitidas por la Superintendencia Forestal. Gestión 1999. Enero-Junio. Tomo 4. Santa cruz. Bolivia.
- Superintendencia Forestal. 1999b. Potencial de los bosques naturales de Bolivia para producción forestal permanente. Santa cruz, Bolivia. 73 p.
- Superintendencia Forestal. 2002. Informe anual.
- Solomon, J. C. 1987. The Moist Subtropical Montane Forests of The Tariquía Region. Department of Tarija, Bolivia. 47 p.
- Stadtmüller, T. 1987. Los bosques nublados en el trópico húmedo. Centro científico tropical de investigación y enseñanza (CATIE). Costa Rica. 85 p.
- Terán, J. R. 1997. Diseño de una red de parcelas permanentes con propósitos e manejo forestal en un bosque húmedo templado de Chuquisaca, Bolivia. Tesis de Maestría. Turrialba. Costa Rica. 123 p.
- Terborgh, J. 1971. Distribution on environmental gradients: theory and a preliminary interpretation of a distributional patterns in the avifauna of the cordillera Vilcabamba, Perú. *Ecology*. 52(1): 23-40
- Terborgh, J. 1977. Bird species diversity on an Andean elevational gradient. *Ecology* 58: 1007-1019.

- Tortorelli, L. A. 1956. Maderas y bosques argentinos. Buenos Aires Argentina. Pp 37-47.
- Troll, C. 1968. The cordilleras of the tropical Americas: aspect of climatic, phytogeographical and agrarian ecology. *In* Troll, C. ed. The geoecology of the mountainous regions of the tropical Americas: Proc. UNESCO Symp. Mexico, August 1-3, 1966.
- Troll, C. 1959. Die tropischen Gebirge, ihre dreidimensionale klimatische und pflansengeographische Zonierung. *Bonner geographische abhandlungen*. 25:1-93
- Van der Hammen, T. 1974. The Pleistocene changes of vegetation and climate in tropical South America. *Journal of Biogeography*. 1: 3-26.
- Van der Hammen, T; Hooghiemstra, H. 2001. Historia y paleoecología de los bosques montanos andinos Neotropicales. *In*. Bosques nublados del Neotropico. (eds) M. Kappelle y A. D. Brown. INBIO. p 61-84.
- Vargas, I. 1996. Estructura y Composición Florística de 4 sitios en el parque nacional Amboró. Tesis Lic. Universidad Gabriel René Moreno. Santa Cruz, Bolivia.
- Vásquez, J. A; Givnish, T. 1998. Altitudinal gradients in tropical forest composition, structure, and diversity in the Sierra de Manatán. *Journal of Ecology* 86:999-1020.
- Vervoorst, F. 1982. Noreste. *En*: Conservación de la vegetación natural en la Republica Argentina. Serie conservación de la naturaleza 2. Fundación Miguel Lillo. p .19-24
- Webster, G. L. 1995. The panorama of neotropical cloud forests. *in en* Biodiversity and Conservation of Neotropical Montane Forests, (eds) S. P. Churchill, H, Balslev, E. Forero y J. L. Luteyn, New York. 702 p.
- Weberbauer, A. 1945. El mundo vegetal de los Andes Peruanos. Estudios Fitogeográficos. Ministerio de Agricultura. Lima.
- Whittaker, R. H. 1956. Vegetation of the Great Smoky mountains. *Ecological Monographs*, 26: 1-80.
- Whittaker, R. H. 1960. Vegetation of the Siskiyou Mountains. *Ecological Monographs* 26: 1-80.
- Whittaker, R. H.; Niering, W.A. 1965. Vegetation of the Santa Catalina Mountains, Arizona. II. A gradient analysis of the south slope.. *Ecology*. 46:429-452.
- Whittaker, R. H. 1972. Evolution and measurement of species diversity. *Taxón* 21: 213-251.
- Whittaker, R. H. 1973. Direct gradient analysis techniques, results. *Handbook of Vegetation Science* 5: 7-51.
- Whittaker, R. H.; Niering, W.A. 1975. Vegetation of the Santa Catalina Mountains, Arizona. V. Biomass, production, and diversity along the elevation gradient. *Ecology*. 56:771-790.
- Whittaker, R.H. 1982. Ordination of plant communities. Dr. W. Junk publishers. The Hague -Boston London. p. 9-50
- Young, K.R. 1995. Biogeographical paradigms useful for the study of tropical montane forest and their biota. *In*: Churchill, S. P. et al (eds). Biodiversity and Conservation of Neotropical Montane Forest. The New York Botanical Garden. p 79-87.
- Young, K. R.; Valencia, R. 1992. Biogeografía, ecología y conservación del bosque montano del Perú. *Memories del Museo de Historia natural "Javier Prado"* No 21 227 p.

- Young, K. R.; Leon, B. 1995. Distribution and conservation of Perú Montane forest: interactions between the biota and human society. In L.S> Hamilton, J.O. Juvik, F.N. Sactena (eds). Tropical Montane Cloud Forest. Springer-Verlag. New York.
- Young, K.R. 1998. Composition and structure of a timberline forest in north-central Perú. P 595-613. In: F. Dallmeier, J.A. Comiskey (eds). Forest Biodiversity in North, central and South America and Caribbean. Research and Monitorin. MAB serie. Vol 22 UNESCO. Carnfoth. Lancashire, United Kingdom.
- ZONISIG. 1997. Zonificación agroecológica y socioeconómica de la subregión iv. Monteagudo. Sucre Bolivia. La Paz 180 p.
- ZONISIG. 2001. Zonificación Agroecológica y Socioeconómica del Departamento de Chuquisaca . Prefectura del Dept. de Chuquisaca, Sierpe Publicaciones, La Paz. 271 p.

8. ANEXOS

Anexo 1. Parámetros ambientales y factores de sitio evaluados en el campo

Atributos de sitio (1 a 5 significan la categoría)	
Características del sustrato: a. Características físicas	Textura del suelo (evaluado de acuerdo al contenido % areana, limo y arcilla) 1 Arenoso 2 Franco arenoso 3 Franco Arcilloso 4 Arcilloso 5 Franco
	Drenaje (evaluado de acuerdo a condiciones de humedad del suelo) 1 Bien drenado 2 Imperfectamente drenado 3 Escasamente drenado
	Profundidad de suelo (medido utilizando un barreno de 1.20 m) 1 Muy profundo (> 120 cm) 2 Profundo (70-120 cm) 3 Moderadamente profundo (40-70 cm) 4 Poco profundo (20-40 cm) 5 Muy superficial (10.20 cm)
	Erosión (Con base a evidencias evidencias de erosión en las parcelas y areas circundante) 1 sin erosión 2 ligera a moderada 3 en manto severa en zanjas ocasionales 4 en manto muy severa zanjas frecuentes y profundas 5 deslizamientos o derrumbes
	pH del suelo (se utilizó papel pH Universal Nahita, se obtuvo la muestra de suelo de 10 a 15 cm de profundidad, excluyendo la capa organica)
Características topograficas:	Fisiografía o relieve: Topografía: LA (Ladera alta) LM (Ladera media) LB (Ladera baja) T (Terraza) Altitud: Medido con un GPS y comparado con la altitud tomado con un altímetro Suntu. Pendiente (se utilizó un clinómetro suntu) Se midió la inclinación mayor y menor de la parcela en %, para luego obtener un promedio de ambas.
Atributos de la vegetación	
Diámetro: medido a 1.30 m. De este registro se derivó $G = n/4 d^2$ y $V = g.h.f$ ($f=0.65$).	

Anexo 2. Índices de diversidad

Índice de diversidad	Formula	Rango de valor del índice
Índice de Fisher: De diversidad	$s = \Delta = \ln (1+ N/\Delta)$	0-1
Índices de Shannon- Weiner De información general	$H' = - \sum p_i \ln p_i$	1.5 - 3.5
Índice de Simpson De dominancia	$O = \sum p_i^2$	0-1
Índice de Pielou Medida de homogeneidad	$J = H'/\ln s$	0-1

Donde s es el número total de especies registradas en cada parcela, Δ es el índice de diversidad de Fisher, N número de individuos censados, p_i es la proporción de individuos encontrados en la i -ésima especie y \ln es el logaritmo en base n .

Anexo 3. Lista de plantas coleccionadas en la Serranía del Iñao, Bolivia.

Familia	Género	Especie	Autor	Nombre Común	Código
Agavaceae	Cordylina	dracaenoides	Kunth	palmita	CORYDR
Anacardiaceae	Astronium	urundeuva	(Allemao) Engl.	cuchi	ASTRUR
Anacardiaceae	Lithraea	ternifolia	(Gill.) Barkley	lloque	LITLITE
Anacardiaceae	Schinopsis	brasilensis	Engl.	soto	SCHIBR
Annonaceae	Rollinia	herzogii	R.E. Fries	aratico	ROLLHE
Annonaceae	Rollinia	sp		chirimoya	ROLLSP
Apocynaceae	Aspidosperma	cf.	Muell. Arg.		ASPIAU
Apocynaceae	Aspidosperma	aff.	Muell. Arg.	palo rosado, jichituriqui	ASPICY
Apocynaceae	Aspidosperma		Mart.	kaya kaya	ASPIPO
Apocynaceae	Desconocido			bejuco blanco	DESCON
Araliaceae	Dendropanax	arboreus	(L.) Dcne. & Planch		DENDAR
Araliaceae	Oreopanax	australis	M.Nee	puma maqui	OREOKU
Araliaceae	Pentapanax	angelicifolius	Griseb.		PENTAN
Bignoniaceae	Arrabidaea	corallina	(Jacq.) Sandw.	bejuco 3	ARRACO
Bignoniaceae	Tabebuia	impetiginosa	(Mart. ex DC.) Standl.	tajibo	TABEIM
Bignoniaceae	Tabebuia	lapacho	(K. Schum.) Sandw.	lapacho	TABELA
Bignoniaceae	Tabebuia	sp		lapacho 2	TABESP
Bombacaceae	Tecoma	stans	(L.) Juss. Ex Kunth	guaranguay	TECOST
Bombacaceae	Chorisia	speciosa	St. Hill.	toborochoi	CHORSP
Bombacaceae	Chorisia	ventricosa	Nees. & Mart.	toborochoi 3	CHORVE
Bombacaceae	Eriotheca	roseotum	(Cuatrec.) A. Robyns	toborochoi 1	ERIORO
Bombacaceae	Pseudobombax	argentinus	(R.E. Fries) Robyns	toborochoi 2	PSEUAR
Bombacaceae	Pseudobombax	marginatum	(A. St. Hil, A. Juss. Cambess.) A. R.	orocho	PSEUMA
Boraginaceae	Cordia	trichotoma	(Vell.) Arrab. ex Steud.	mendiola	CORDTR
Capparaceae	Capparis	flexuosa	(L.) L.	porotillo	CAPPFL
Capparaceae	Capparis	prisca	J.F. Macbr.	paltay	CAPPPR
Caprifoliaceae	Sambucus	peruvianus	H.B.K.	sabuco	SAMBPE
Caricaceae	Carica	quercifolia	(A. St.-Hil.) Hieron.	gargatea	CARIQU
Celastraceae	Desconocido				DESCON
Combretaceae	Terminalia	triflora	(Griseb.) Lillo	cuñuri 2, lanza blanca	TERMTR
Compositaceae	Cnicothamnus	lorentzii	Griseb.	azafrán	CNICLO
Compositaceae	Desconocido			itaphalla 3	DESCON
Compositaceae	Desconocido			sachtarosa	DESCON
Ebenaceae	Dyospirus	sp			DYOSSP
Erythroxylaceae	Erythroxylon	sp		coca- coquilla	ERYHSP
Euphorbiaceae	Croton	densiflorus	Pax & K. Hoffm	sangre de tigre	CROTDE

Familia	Género	Especie	Autor	Nombre Común	Código
Euphorbiaceae	Sapium	hamaetospermum	Muell-Arg	leche-leche 2	SAPIHA
Euphorbiaceae	Sapium	sp		lechoso	SAPISP
Flacourtiaceae	Banara	aff. boliviana	M. Nee		BANABO
Flacourtiaceae	Banara	sp			BANASP
icacinaceae	Citronella	apogon	(Griseb.) Howard	zapallo 2	CITRAP
Juglandaceae	Juglans	australis	Griseb.	nogal	JUGLAU
Juglandaceae	Juglans	boliviana	(C.DC.) Dode	nogal 2	JUGLBO
Lauraceae	Cinnamomum	porphyria	(Griseb.) Kosterm.	laurel, laurel amarillo	CINNPO
Lauraceae	Nectandra	angusta	Rohwer	lenguacho	NECTAN
Lauraceae	Nectandra	sp		laurel 4	NECTSP
Lauraceae	Ocotea	sp		laurel, laurel verdadero	OCOTSP
Lauraceae	Persea	sp		laurel 1	PERSSP
Lauraceae	Persea	sp 1		laurel 3	PERSS1
Lauraceae	Persea	sp 2		laurel 2	PERSS2
Lecythidaceae	Cariniana	estrellensis	(Raddi) Kuntze	yesquero, cedro de bajura	CARIES
Lecythidaceae	Cariniana	sp			CARISP
Leguminosaceae-Caes.	Caesalpinia	pluviosa	DC.	momoqui	CAESFL
Leguminosaceae-Caes.	Senna	spectabilis	(DC.) Irwin & Barneby	carnaval	SENNSP
Leguminosaceae-Mimos.	Acacia	etilis	Speg.	garrancho	ACACET
Leguminosaceae-Mimos.	Acacia	sp 1		chari blanco	ACACS1
Leguminosaceae-Mimos.	Acacia	sp 2		espinillo	ACACS2
Leguminosaceae-Mimos.	Anadenanthera	colubrina	(Vel. Conc.) Benth	cebil, curupaú	ANADCO
Leguminosaceae-Mimos.	Enterolobium	contortisiliquum	(Vell.) Morong	tímboy	ENTEKO
Leguminosaceae-Mimos.	Inga	marginata	Willd.	pacay	INGAMA
Leguminosaceae-Mimos.	Inga	saltensis	Burkart	pacay grande	INGASA
Leguminosaceae-Mimos.	Inga	sp		pacay 2	INGASP
Leguminosaceae-Mimos.	Inga	sp 1		pacay rojo	INGAS1
Leguminosaceae-Mimos.	Inga	sp 2		pacay rosado	INGAS2
Leguminosaceae-Mimos.	Parapiptadenia	excelsa	(Griseb.) Bruckart	chari 2	PARAEX
Leguminosaceae-Mimos.	Piptadenia	sp		chari rojo	PIPTSP
Leguminosaceae-Mimos.	Piptadenia	viridiflora	(Kunth.) Benth.	chari	PIPTVI
Leguminosaceae-Pap.	Amburana	cearensis	(Allemao) A. C. Smith Engl.	roble	AMBUCE
Leguminosaceae-Pap.	Erythrina	dominguezii	Hassl.	ceibo	ERYTDO
Leguminosaceae-Pap.	Erythrina	sp		cuñuri	ERYTSP
Leguminosaceae-Pap.	Lonchocarpus	lilloi	Hassler	quinilla 2	LONCLI
Leguminosaceae-Pap.	Lonchocarpus	sp			LONCSP
Leguminosaceae-Pap.	Machaerium	aculeatum	Raddi.	algarrobilla	MACHAC
Leguminosaceae-Pap.	Machaerium	scleroxylon	Tul.	guayacán, morado	MACHSC
Leguminosaceae-Pap.	Machaerium	sp		bejuco rosado	MACHSP
Leguminosaceae-Pap.	Myroxylon	balsamum	(L.) Harms.	quinilla	MYROBA

Familia	Género	Especie	Autor	Nombre Común	Código
Leguminosaceae-Pap.	Myroxylon	peruiferum	L.f.	quina	MYROPE
Leguminosaceae-Pap.	Pterogyne	nitens	Tul.	sotillo	PTERNI
Leguminosaceae-Pap.	Tipuana	tipu	Benth.	tipa	TIPUTI
Loganiaceae	Strychnos	sp		bejuco frutilla	STRYSP
Malpighiaceae	Desconocido	sp		bejuco naranja	DESCON
Melastomataceae	Miconia	aff.	Vell.	toco-toco 2	MICOSP
Meliaceae	Cedrela	fissilis	C.DC.	cedrillo	CEDRFI
Meliaceae	Cedrela	filloi	C.DC.	cedro	CEDRLI
Meliaceae	Trichilia	clausenii	A. Juss.	frutilla 2	TRICCL
Meliaceae	Trichilia	elegans	(L.) Gaudich. Ex Benth.	morilla	TRICEL
Moraceae	Chlorophora	tinctoria	Chodat.	bibosi, palo injerto	CHLOTI
Moraceae	Ficus	guaranitica	(Sw.) R. Br. Ex Roem. & Schult.	yuruma	FICUGU
Myrsinaceae	Myrsine	coriacea		yurumilla	MYRSCO
Myrsinaceae	Myrsine	sp		sahuinto de bajura	MYRSSP
Myrtaceae	Amomyrtella	guili	(Speg.) Kausel	arrayán	AMOMSP
Myrtaceae	Blepharocalyx	salicifolius	(H.B.K.) O. Berg	arrayán de altura	BLEPSA
Myrtaceae	Calycorectes	psidiflorus	(O. Berg.) Sobral	huawincho 2	CALYPS
Myrtaceae	Eugenia	moraviana	O. Berg.	arrayancillo	EUGEMO
Myrtaceae	Eugenia	uniflora	L.	guapurú	EUGEUN
Myrtaceae	Myrcianthes	callicoma	Mc Vaugh	sahuinto verdadero	MYRCCA
Myrtaceae	Myrcianthes	pseudomato	(D. Legrand) McVaugh	sahuinto	MYRCPS
Myrtaceae	Myrcianthes	pungens	(O. Berg.) Legrand	arrayán de bajura	MYRCPU
Myrtaceae	Myrciaria	floribunda	(H. West ex Willd.) O. Berg	huawincho	MYRIFL
Myrtaceae	Myrciaria	sp 1		sahuinto 2	MYRISP
Myrtaceae	Myrciaria	sp 2		sahuinto hoja peq.	MYRIS1
Myrtaceae	Myrciaria	occidentalis	Legrand	arrayán 2	MYRIS2
Nyctaginaceae	Siphoneugena			bejuco amarillo	SIPHOC
Nyctaginaceae	Desconocido			zapallo de altura	DESCON
Nyctaginaceae	Pisonia	ambigua	Heimerl	zapallo	PISOAM
Nyctaginaceae	Pisonia	zapallo	Griseb.	zapallo	PISOZA
Nyctaginaceae	Reichenbachia	hirsuta	Speng	mendiola 2	REICHI
Oleaceae	Ximenia	americana	L.	limoncillo	XIMEAM
Palmae	Ceroxylon	parvifrons	(Engl) H. Wendl	zumuque	CEROPA
Palmae	Desconocido	aff.		palma	DESCON
Phytolaccaceae	Gallesia	integrifolia	(Sprengel) Harms	ajo	GALLIN
Piperaceae	Piper	hieronymi	C.DC.	blanca flor 1	PIPEHI
Piperaceae	Piper	sp 1		matico	PIPESP
Piperaceae	Piper	tucumanensis	C.DC.	blanca flor 2	PIPETU
Polygonaceae	Coccoloba	tiliaceae	Lindau	bandor	COCCTI

Familia	Género	Especie	Autor	Nombre Común	Código
Rhamnaceae	Rhamnidium	elaeocarpum	Reiss	paiolanza	RHAMEL
Rhamnaceae	Rhamnidium	sp		negrillo	RHAMSP
Rosaceae	Prunus	integrifolia	(C. Presl) Walp.	aguay 2	PRUNIN
Rubiaceae	Calycophyllum	multiflorum	Griseb.	palo blanco, verdolago	CALYMU
Rubiaceae	Guettarda	aff.		palo amarillo	GUETSP
Rubiaceae	Randia	sp		palo santo	RANDSP
Rubiaceae	Sabicea	sp		bejuco sin latex	SABISP
Rutaceae	Zanthoxylon	hyemale	St. Hill.	narajillo, huanquillo	ZANTHY
Rutaceae	Zanthoxylon	narajillo	Griseb.	narajillo	ZANTNA
Rutaceae	Zanthoxylon	rhoifolium	(Lam.) Engl.	narajillo 2	ZANTRH
Rutaceae	Zanthoxylon	sp		sabuquillo	ZANTSP
Sapindaceae	Allophylus	edulis	(A. St. Hill.) Radlk.	duraznillo	ALLOED
Sapindaceae	Allophylus	sp		frutilla	ALLOSP
Sapindaceae	Cupania	vernalis	Cambess	lenguabuey	CUPAVE
Sapindaceae	Diatenopteryx	sorbifolia	Radlk.	frutilla 3	DIATSO
Sapindaceae	Diodendron	bipinnatum	Radlk.	quebrachillo	DILOBI
Sapotaceae	Chrysophyllum	gonocarpum	(Mart. & Eich.) Engler	aguay	CHRYGO
Sapotaceae	Chrysophyllum	marginatum	(Hook. & Arn.) Radlk.	leche-leche	CHRYMA
Solanaceae	Solanum	riparium	Pers.	toco-toco	SOLARI
Solanaceae	Vassobia	breviflora	(Sendt) Hunz.	thakar	VASSBR
Solanaceae	Vassobia	sp		thakar 2	VASSSP
Styracaceae	Styrax	argenteus	J.S. Presl	blanquillo	STYRAR
Tiliaceae	Heliocarpus	popayanensis	Kunth	pato figa	HELIPO
Tiliaceae	Luehea	candicans	Mart.	blanca flor 3	LUEHCA
Tiliaceae	Luehea	febrifigi	Burr.	blanca flor	LUEHFI
Ulmaceae	Celtis	brasiliensis	(Gradner) Planch.	liana blanca	CELTBR
Ulmaceae	Celtis	iguanaea	(Jacq.) Sarg.	chichapi	CELTIG
Ulmaceae	Phyllostylon	rhamnoides	(Pois.) Taub	cuta	PHYLRH
Urticaceae	Urera	baccifera	(L.) Gaudich	itaphalla	URERBA
Urticaceae	Urera	caracasana	(Jacq.) Steudel	itaphalla 2	URERCA

* Las especies de las parcelas fueron codificadas las 4 primeras letras corresponden al género y las otras dos siguientes a la especie.

Anexo 4. Análisis de parcelas extrañas

SPECIFY TRESHOLD RESEMBLANCE FOR RECOGNITION OF OUTLIERS
(INCLUDE DECIMAL POINT):

0.40000

NO.	1	IS CLOSEST TO	8	WITH COEFF.	0.81121E+00,	GROUP NO.	IS	1
NO.	2	IS CLOSEST TO	8	WITH COEFF.	0.75633E+00,	GROUP NO.	IS	1
NO.	3	IS CLOSEST TO	1	WITH COEFF.	0.52213E+00,	GROUP NO.	IS	1
NO.	4	IS CLOSEST TO	1	WITH COEFF.	0.55712E+00,	GROUP NO.	IS	1
NO.	5	IS CLOSEST TO	8	WITH COEFF.	0.71448E+00,	GROUP NO.	IS	1
NO.	6	IS CLOSEST TO	21	WITH COEFF.	0.54433E+00,	GROUP NO.	IS	1
NO.	7	IS CLOSEST TO	1	WITH COEFF.	0.65604E+00,	GROUP NO.	IS	1
NO.	8	IS CLOSEST TO	1	WITH COEFF.	0.81121E+00,	GROUP NO.	IS	1
NO.	9	IS CLOSEST TO	22	WITH COEFF.	0.51348E+00,	GROUP NO.	IS	1
NO.	10	IS CLOSEST TO	12	WITH COEFF.	0.58321E+00,	GROUP NO.	IS	1
NO.	11	IS CLOSEST TO	12	WITH COEFF.	0.64749E+00,	GROUP NO.	IS	1
NO.	12	IS CLOSEST TO	21	WITH COEFF.	0.67471E+00,	GROUP NO.	IS	1
NO.	13	IS CLOSEST TO	20	WITH COEFF.	0.68273E+00,	GROUP NO.	IS	1
NO.	14	IS CLOSEST TO	20	WITH COEFF.	0.76080E+00,	GROUP NO.	IS	1
NO.	15	IS CLOSEST TO	22	WITH COEFF.	0.61854E+00,	GROUP NO.	IS	1
NO.	16	IS CLOSEST TO	22	WITH COEFF.	0.40828E+00,	GROUP NO.	IS	1
NO.	17	IS CLOSEST TO	13	WITH COEFF.	0.50269E+00,	GROUP NO.	IS	1
NO.	18	IS CLOSEST TO	17	WITH COEFF.	0.44987E+00,	GROUP NO.	IS	1
NO.	19	IS CLOSEST TO	13	WITH COEFF.	0.44072E+00,	GROUP NO.	IS	1
NO.	20	IS CLOSEST TO	14	WITH COEFF.	0.76080E+00,	GROUP NO.	IS	1
NO.	21	IS CLOSEST TO	12	WITH COEFF.	0.67471E+00,	GROUP NO.	IS	1
NO.	22	IS CLOSEST TO	21	WITH COEFF.	0.65796E+00,	GROUP NO.	IS	1
NO.	23	IS CLOSEST TO	24	WITH COEFF.	0.46625E+00,	GROUP NO.	IS	1
NO.	24	IS CLOSEST TO	20	WITH COEFF.	0.57741E+00,	GROUP NO.	IS	1
NO.	25	IS CLOSEST TO	40	WITH COEFF.	0.51879E+00,	GROUP NO.	IS	1
NO.	26	IS CLOSEST TO	29	WITH COEFF.	0.54781E+00,	GROUP NO.	IS	1
NO.	27	IS CLOSEST TO	48	WITH COEFF.	0.56471E+00,	GROUP NO.	IS	1
NO.	28	IS CLOSEST TO	32	WITH COEFF.	0.73516E+00,	GROUP NO.	IS	1
NO.	29	IS CLOSEST TO	32	WITH COEFF.	0.67620E+00,	GROUP NO.	IS	1
NO.	30	IS CLOSEST TO	32	WITH COEFF.	0.51694E+00,	GROUP NO.	IS	1
NO.	31	IS CLOSEST TO	20	WITH COEFF.	0.56501E+00,	GROUP NO.	IS	1
NO.	32	IS CLOSEST TO	28	WITH COEFF.	0.73516E+00,	GROUP NO.	IS	1
NO.	33	IS CLOSEST TO	36	WITH COEFF.	0.89297E+00,	GROUP NO.	IS	1
NO.	34	IS CLOSEST TO	38	WITH COEFF.	0.68125E+00,	GROUP NO.	IS	1
NO.	35	IS CLOSEST TO	39	WITH COEFF.	0.83030E+00,	GROUP NO.	IS	1
NO.	36	IS CLOSEST TO	33	WITH COEFF.	0.89297E+00,	GROUP NO.	IS	1
NO.	37	IS CLOSEST TO	33	WITH COEFF.	0.74106E+00,	GROUP NO.	IS	1
NO.	38	IS CLOSEST TO	36	WITH COEFF.	0.71503E+00,	GROUP NO.	IS	1
NO.	39	IS CLOSEST TO	36	WITH COEFF.	0.88387E+00,	GROUP NO.	IS	1
NO.	40	IS CLOSEST TO	33	WITH COEFF.	0.62156E+00,	GROUP NO.	IS	1
NO.	41	IS CLOSEST TO	42	WITH COEFF.	0.56209E+00,	GROUP NO.	IS	1
NO.	42	IS CLOSEST TO	43	WITH COEFF.	0.63193E+00,	GROUP NO.	IS	1
NO.	43	IS CLOSEST TO	42	WITH COEFF.	0.63193E+00,	GROUP NO.	IS	1
NO.	44	IS CLOSEST TO	46	WITH COEFF.	0.76302E+00,	GROUP NO.	IS	1
NO.	45	IS CLOSEST TO	43	WITH COEFF.	0.62994E+00,	GROUP NO.	IS	1
NO.	46	IS CLOSEST TO	44	WITH COEFF.	0.76302E+00,	GROUP NO.	IS	1
NO.	47	IS CLOSEST TO	48	WITH COEFF.	0.65901E+00,	GROUP NO.	IS	1
NO.	48	IS CLOSEST TO	46	WITH COEFF.	0.70432E+00,	GROUP NO.	IS	1

Anexo 5. Diagrama decorana, valores vectoriales de los ejes

VALORES VECTORIALES DE LOS EJES

Eje	Eigenvalue	Porcentaje del total	Porcentaje acumulado
1	0.733	14.01*	14.01
2	0.328	6.27*	20.28
3	0.179	3.41	23.69
4	0.139	2.66	26.35

*20.8%, del total de la variabilidad expresada

DECORANA Coordenadas de especies.

CODIGO ESPECIE	Ejes				CODIGO ESPECIE	Ejes			
	X1	X2	X3	X4		Especie	X1	X2	X3
ANADCO	490	253	72	122	INGASA	103	155	331	232
ASPICY	541	172	179	9	JUGLAU	34	131	190	5
ASTRUR	600	123	133	112	JUGLBO	307	317	92	227
BLEPSA	-27	210	166	13	MACHSC	524	109	126	17
CAESFL	335	-14	267	132	MYRCPU	397	315	59	184
CALYMU	593	133	113	211	MYROBA	217	283	246	347
CAPPFL	479	78	284	-76	MYROPE	340	165	28	108
CAPPPR	310	-77	219	8	NECTAN	136	86	50	45
CARIES	270	451	35	-5	OCOTSP	81	209	26	47
CEDRLI	-44	237	88	37	PENTAN	454	324	35	142
CHLOTI	356	313	346	-1	PERSS1	265	-96	283	-59
CHORSP	416	320	-1	134	PERSS2	220	406	441	-151
CHRYGO	243	98	166	157	PIPETU	220	90	-49	239
CINNPO	-77	123	174	145	PIPTSP	456	113	303	-23
CITRAP	-19	213	196	212	PIPTVI	366	127	158	171
COCCTI	310	-17	26	33	PISOAM	91	285	269	214
CORDTR	442	190	-23	233	PISOZA	443	215	85	92
CROTDE	248	344	-51	123	PRUNIN	60	298	150	28
CUPAVE	158	132	258	163	PSEUMA	601	124	186	100
DIATSO	407	23	209	29	REICHI	248	37	-60	-28
DILOBI	457	22	40	0	SAMBPE	24	101	-5	154
ENTECO	274	220	86	-49	SIPHOC	118	379	397	-54
FICUGU	206	95	196	407	SOLARI	164	269	-80	-12
GALLIN	314	-13	259	-11	TABEIM	537	325	63	37
GUETSP	605	139	113	209	TABELA	241	306	168	-31
HELIPO	209	318	-196	-5	TIPUTI	304	41	197	231
INGAMA	159	247	38	11	URERBA	177	157	-73	73
INGAS 2	236	133	-97	113					

...continuación

DECORANA. Coordenadas de parcelas

PARCELA	Ejes				PARCELA	Ejes			
	X1	X2	X3	X4		X1	X2	X3	X4
P1	10	166	174	93	P25	440	149	176	46
P2	14	149	145	88	P26	217	128	182	23
P3	81	218	180	72	P27	307	124	108	75
P4	103	203	148	74	P28	230	119	69	60
P5	16	174	127	72	P29	191	88	77	55
P6	92	140	90	49	P30	268	186	11	90
P7	63	141	132	94	P31	389	144	109	77
P8	0	158	177	93	P32	232	118	59	66
P9	142	155	174	106	P33	541	173	127	100
P10	164	157	0	53	P34	522	176	110	136
P11	216	176	70	89	P35	540	167	137	91
P12	165	169	101	63	P36	525	171	126	91
P13	361	219	103	109	P37	531	171	126	130
P14	422	201	95	135	P38	515	161	110	104
P15	205	159	120	179	P39	532	171	130	91
P16	240	270	235	0	P40	478	178	102	135
P17	334	264	81	106	P41	366	105	175	83
P18	252	203	145	161	P42	335	110	173	99
P19	301	289	91	65	P43	313	52	189	111
P20	397	190	88	125	P44	323	2	184	37
P21	189	170	105	170	P45	345	106	171	126
P22	190	159	120	52	P46	308	0	206	34
P23	374	190	208	59	P47	268	21	205	46
P24	431	202	161	31	P48	290	8	174	49

Anexo 6. Analisis canónico discriminante

a. Funciones Canónicas

The CANDISC Procedure

	Adjusted		Approximate	Squared
	Canonical Correlation	Canonical Correlation	Standard Error	Canonical Correlation
1	0.958386	0.936661	0.014637	0.918503
2	0.815438	0.675039	0.060179	0.664940
3	0.784307		0.069123	0.615138

Eigenvalues of Inv(E)*H
= CanRsq/(1-CanRsq)

	Eigenvalue	Difference	Proportion	Cumulative
1	11.2704	9.2859	0.7588	0.7588
2	1.9845	0.3862	0.1336	0.8924
3	1.5983		0.1076	1.0000

b. Ejes canónicos de la variables ambientales

Variable	Label	Can1	Can2	Can3
Alti	ALTI	0.948632	0.310577	-0.060331
Pend	PEND	0.216249	0.890092	-0.401215
Drenaje	DRENAJE	0.204572	-0.802815	0.560035
ProSu	PROSU	0.883507	-0.425824	0.195166
PH	PH	-0.956681	0.223182	-0.186952
Erosion	EROSION	-0.562773	0.399193	0.723831

c. Ejes canónicos de los grupos de bosques

grupo	Can1	Can2	Can3	Can4	Can5
1	3.456722207	2.061417001	-1.560478667	-0.000000000	-0.000000000
2	2.210117135	-1.266734267	0.242804234	-0.000000000	-0.000000000
3	-2.203358574	0.994212466	1.261825163	-0.000000000	-0.000000000
4	-5.995387013	-0.945416049	-1.993078334	-0.000000000	-0.000000000

Anexo 7. Tablas resúmenes estructurales de los tipos de bosques

Anexo 7a Distribución de parámetros dasométricos, por clases diamétricas, de 20 especies ≥ 10 cm de dap en el Bosque de *Cedrela lilloi-Cinnamomum porphyria*

ABUNDANCIA (Ind/ha)										
Clases diamétricas	10-19	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70-79	80-89	>90	TOTAL
NOMBRE DE ESPECIE	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
<i>Cinnamomum porphyria</i>	31.40	28.60	19.40	13.70	6.30	4.00	3.40	0.60	0.60	108.00
<i>Nectandra angusta</i>	21.10	14.90	4.60	2.30	0.60	0.00	0.00	0.00	0.00	43.40
<i>Citronella apogon</i>	16.60	14.30	4.00	2.30	0.60	0.00	0.00	0.00	0.00	37.70
<i>Juglans australis</i>	2.30	2.30	1.10	4.00	2.30	5.70	6.30	3.40	4.60	32.00
<i>Prunus integrifolia</i>	8.60	13.70	4.60	2.90	0.60	0.60	0.00	0.00	0.00	30.90
<i>Chrysophyllum gonocarpum</i>	14.30	7.40	1.10	1.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	24.00
<i>Cupania vernalis</i>	14.30	6.30	1.70	0.00	0.60	0.00	0.00	0.00	0.00	22.90
<i>Blepharocalyx salicifolius</i>	6.30	5.70	2.30	2.30	1.10	0.60	1.10	1.10	1.70	22.30
<i>Cedrela lilloi</i>	2.30	3.40	2.30	2.30	1.10	0.60	1.10	1.70	4.60	19.40
<i>Tabebuia lapacho</i>	3.40	4.60	5.70	3.40	1.10	0.60	0.00	0.60	0.00	19.40
<i>Inga marginata</i>	14.30	0.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	14.90
<i>Ocotea sp</i>	2.90	7.40	2.30	1.10	0.60	0.00	0.60	0.00	0.00	14.90
<i>Allophylus edulis</i>	9.70	2.90	0.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	13.10
<i>Pisonia ambigua</i>	1.70	3.40	1.10	1.70	1.10	1.70	1.10	0.00	0.00	12.00
<i>Sambucus peruvianus</i>	7.40	1.10	0.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9.10
<i>Inga saltensis</i>	5.10	2.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	8.00
<i>Persea sp</i>	2.30	1.70	0.60	1.10	0.60	0.00	0.60	0.00	0.00	6.90
<i>Styrax argenteus</i>	4.00	1.70	0.60	0.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.90
<i>Siphoneugena occidentalis</i>	2.30	1.10	0.60	1.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.10
Desconocido	3.40	0.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.00
<i>Luehea fiebrigii</i>	2.30	0.60	0.60	0.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.00
(mas 17 especies)	13.70	8.60	1.80	1.10	0.00	0.60	0.00	0.00	1.10	26.60
TOTAL	189.70	133.70	55.40	41.70	16.60	14.30	14.30	7.40	12.60	485.70

AREA BASAL (m²/ha)

Clases diamétricas	10-19	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70-79	80-89	>90	TOTAL
NOMBRE DE ESPECIE	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G
<i>Juglans australis</i>	0.04	0.11	0.11	0.64	0.55	2.00	2.71	1.87	5.01	13.03
<i>Cinnamomum porphyria</i>	0.47	1.37	1.87	2.06	1.42	1.28	1.45	0.29	0.45	10.67
<i>Cedrela lilloi</i>	0.05	0.16	0.22	0.34	0.29	0.19	0.52	0.92	6.49	9.17
<i>Blepharocalyx salicifolius</i>	0.11	0.29	0.24	0.32	0.28	0.19	0.49	0.58	1.46	3.96
<i>Tabebuia lapacho</i>	0.04	0.24	0.53	0.57	0.28	0.16	0.00	0.29	0.00	2.12
<i>Prunus integrifolia</i>	0.16	0.66	0.41	0.45	0.13	0.18	0.00	0.00	0.00	1.99
<i>Nectandra angusta</i>	0.33	0.70	0.39	0.32	0.12	0.00	0.00	0.00	0.00	1.87
<i>Pisonia ambigua</i>	0.03	0.19	0.10	0.26	0.23	0.55	0.50	0.00	0.00	1.87
<i>Citronella apogon</i>	0.28	0.69	0.37	0.39	0.13	0.00	0.00	0.00	0.00	1.84
<i>Tipuana tipu</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.21	0.00	0.00	1.05	1.25
<i>Ocotea sp</i>	0.05	0.40	0.20	0.15	0.16	0.00	0.23	0.00	0.00	1.20
<i>Chrysophyllum gonocarpum</i>	0.32	0.36	0.09	0.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.91
<i>Cupania vernalis</i>	0.24	0.30	0.16	0.00	0.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.82
<i>Persea sp</i>	0.04	0.09	0.05	0.17	0.14	0.00	0.22	0.00	0.00	0.71
<i>Allophylus edulis</i>	0.14	0.12	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.32
<i>Styrax argenteus</i>	0.07	0.08	0.05	0.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.29
<i>Siphoneugena occidentalis</i>	0.04	0.05	0.04	0.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.28
<i>Inga marginata</i>	0.24	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.26
<i>Luehea fiebrigii</i>	0.04	0.02	0.05	0.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.22
<i>Sambucus peruvianus</i>	0.12	0.04	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.21
(mas 17 especies)	0.37	0.53	0.14	0.16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
TOTAL	3.16	6.42	5.14	6.33	3.87	4.77	6.11	3.95	14.45	54.13

VOLUMEN (m³/ha)

Clases diamétricas	10-19	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70-79	80-89	>90	TOTAL	
NOMBRE DE ESPECIE	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	
<i>Juglans australis</i>	0.12	0.36	0.31	2.65	2.553	1	1.29	17.52	10.33	33.06	78.17
<i>Cedrela lilloi</i>	0.15	0.56	0.74	1.45	1.31	1.36	3.99	5.96	41.65	57.15	
<i>Cinnamomum porphyria</i>	0.86	4.06	6.84	8.36	5.50	6.25	6.59	2.13	2.91	43.50	
<i>Blepharocalyx salicifolius</i>	0.29	0.76	0.95	1.51	0.87	1.83	2.38	3.03	8.87	20.48	
<i>Tabebuia lapacho</i>	0.08	0.61	2.03	3.05	0.83	0.42	0.00	2.85	0.00	9.86	
<i>Tipuana tipu</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.09	0.00	0.00	5.96	7.04	
<i>Pisonia ambigua</i>	0.04	0.52	0.41	0.88	0.68	1.69	2.30	0.00	0.00	6.52	
<i>Prunus integrifolia</i>	0.34	1.77	1.14	1.49	0.57	0.64	0.00	0.00	0.00	5.95	
<i>Nectandra angusta</i>	0.59	1.98	1.35	1.14	0.87	0.00	0.00	0.00	0.00	5.93	
<i>Citronella apogon</i>	0.51	1.81	1.43	1.36	0.62	0.00	0.00	0.00	0.00	5.73	
<i>Ocotea sp</i>	0.10	1.38	0.80	0.71	0.73	0.00	1.67	0.00	0.00	5.38	
<i>Persea sp</i>	0.04	0.20	0.15	0.61	0.84	0.00	0.72	0.00	0.00	2.55	
<i>Chrysophyllum gonocarpum</i>	0.53	1.05	0.35	0.28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.21	
<i>Cupania vernalis</i>	0.49	0.65	0.32	0.00	0.52	0.00	0.00	0.00	0.00	1.97	
<i>Siphoneugena occidentalis</i>	0.05	0.12	0.12	0.57	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.87	
<i>Myrciaria floribunda</i>	0.00	0.04	0.00	0.69	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.73	
<i>Styrax argenteus</i>	0.14	0.10	0.14	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.67	
<i>Myrsine coriacea</i>	0.03	0.26	0.28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.56	
<i>Inga saltensis</i>	0.22	0.28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	
<i>Inga marginata</i>	0.43	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.49	
(mas 17 especies)	0.47	0.97	0.39	0.22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.05	
TOTAL	5.46	17.53	17.74	25.27	15.866	4.57	35.16	24.29	92.45	258.32	

Anexo 7b **Distribución de parámetros dasométricos, por clases diamétricas, de 20 especies \geq 10 cm de dap en el Bosque de *Tabebuia lapacho*-*Nectandra angusta***

ABUNDANCIA (Ind/ha)										
Clases diamétricas	10-19	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70-79	80-89	>90	TOTAL
NOMBRE DE ESPECIE	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
<i>Nectandra angusta</i>	66.80	46.30	19.50	6.80	1.30	0.30	0.50	0.80	0.00	142.00
<i>Inga marginata</i>	28.80	4.30	0.30	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	33.80
<i>Chrysophyllum gonocarpum</i>	21.00	6.50	2.50	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	30.80
<i>Urera baccifera</i>	23.00	6.30	0.50	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	30.00
<i>Cupania vernalis</i>	14.50	6.30	0.50	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	22.30
<i>Tabebuia lapacho</i>	5.00	3.00	3.30	2.50	0.50	1.80	0.80	0.00	0.00	16.80
<i>Piptadenia viridifolia</i>	8.30	3.80	2.00	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	14.30
<i>Myroxylon peruiferum</i>	3.80	4.00	1.00	2.30	0.30	0.50	0.00	0.00	0.00	11.80
<i>Juglans australis</i>	0.80	0.80	0.30	1.80	1.80	1.80	1.30	0.50	1.80	10.50
<i>Piper tucumanensis</i>	8.80	1.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	10.50
<i>Gallesia integrifolia</i>	4.00	1.80	0.80	0.00	0.00	0.80	0.50	0.80	1.00	9.50
<i>Lonchocarpus lilloi</i>	2.50	2.00	3.00	1.00	0.00	0.00	0.80	0.30	0.00	9.50
<i>Pisonia zapallo</i>	6.00	2.30	0.30	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	8.80
<i>Inga saltensis</i>	6.80	0.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.50
<i>Capparis prisca</i>	5.00	1.50	0.30	0.00	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	7.00
<i>Inga sp2</i>	5.80	0.80	0.30	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.00
<i>Croton densiflorus</i>	1.50	2.80	1.80	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.30
<i>Solanum riparium</i>	3.00	2.50	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.80
<i>Reinchebachia hirsuta</i>	3.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	0.00	5.30
<i>Inga sp</i>	4.80	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.00
(mas 64 especies)	57.40	24.90	8.50	8.80	2.80	1.10	3.60	1.90	0.80	105.90
TOTAL	278.80	121.50	44.80	25.80	6.50	6.00	7.00	4.30	3.80	498.30

AREA BASAL (m²/ha)

Clases diamétricas	10-19	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70-79	80-89	>90	TOTAL
NOMBRE DE ESPECIE	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G
<i>Nectandra angusta</i>	1.07	2.15	1.75	0.95	0.28	0.07	0.22	0.41	0.00	6.89
<i>Juglans australis</i>	0.01	0.04	0.03	0.28	0.42	0.58	0.54	0.26	1.44	3.60
<i>Tabebuia lapacho</i>	0.09	0.14	0.31	0.36	0.12	0.54	0.30	0.00	0.00	1.85
<i>Gallesia integrifolia</i>	0.08	0.09	0.06	0.00	0.00	0.23	0.21	0.40	0.78	1.83
<i>Chrysophyllum gonocarpum</i>	0.34	0.30	0.22	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.16	1.08
<i>Lonchocarpus lilloi</i>	0.04	0.09	0.27	0.15	0.00	0.00	0.33	0.15	0.00	1.01
<i>Juglans boliviana</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.34	0.26	0.37	0.98
<i>Myroxylon peruiferum</i>	0.06	0.20	0.09	0.32	0.06	0.15	0.00	0.00	0.00	0.88
<i>Urera baccifera</i>	0.39	0.25	0.04	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.70
<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	0.03	0.00	0.00	0.06	0.00	0.00	0.12	0.28	0.20	0.69
<i>Cupania vernalis</i>	0.24	0.26	0.05	0.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.69
<i>Inga marginata</i>	0.44	0.16	0.02	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.68
<i>Anadenanthera colubrina</i>	0.01	0.00	0.00	0.31	0.20	0.00	0.12	0.00	0.00	0.64
<i>Tipuana tipu</i>	0.00	0.01	0.00	0.08	0.06	0.00	0.34	0.13	0.00	0.63
<i>Piptadenia viridifolia</i>	0.13	0.19	0.19	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.55
<i>Erythrina dominguezii</i>	0.00	0.02	0.02	0.11	0.06	0.18	0.00	0.00	0.00	0.39
<i>Coccoloba tiliacea</i>	0.01	0.09	0.02	0.08	0.16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.37
<i>Pisonia laxiflora</i>	0.05	0.06	0.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.16	0.00	0.35
<i>Croton densiflorus</i>	0.03	0.13	0.14	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.33
<i>Ficus guaranitica</i>	0.01	0.01	0.02	0.00	0.05	0.00	0.11	0.14	0.00	0.33
(mas 64 especies)	1.40	1.36	0.71	0.66	0.11	0.15	0.39	0.13	0.00	4.89
TOTAL	4.40	5.53	4.01	3.73	1.52	1.89	3.02	2.32	2.95	29.32

VOLUMEN (m³/ha)

Clases diamétricas	10-19	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70-79	80-89	>90	TOTAL
NOMBRE DE ESPECIE	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
<i>Nectandra angusta</i>	2.35	5.89	5.75	3.30	1.06	0.55	0.80	2.45	0.00	22.14
<i>Juglans australis</i>	0.03	0.14	0.10	1.69	2.41	2.74	3.24	2.05	9.50	21.89
<i>Galesia integrifolia</i>	0.20	0.25	0.28	0.00	0.00	1.72	1.16	3.93	4.17	11.69
<i>Tabebuia lapacho</i>	0.25	0.51	1.44	1.66	0.68	3.33	2.09	0.00	0.00	9.96
<i>Juglans boliviana</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.72	1.87	2.93	7.52
<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	0.07	0.00	0.00	0.39	0.00	0.00	1.34	2.24	1.78	5.83
<i>Lonchocarpus lilloi</i>	0.11	0.32	1.48	0.84	0.00	0.00	1.82	0.93	0.00	5.50
<i>Myroxylon peruiferum</i>	0.23	0.95	0.60	1.57	0.40	1.39	0.00	0.00	0.00	5.15
<i>Tipuana tipu</i>	0.00	0.05	0.00	0.56	0.23	0.00	1.74	0.92	0.00	3.49
<i>Chrysophyllum gonocarpum</i>	0.76	0.76	0.71	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.72	3.25
<i>Anadenanthera colubrina</i>	0.02	0.00	0.00	1.49	1.04	0.00	0.42	0.00	0.00	2.96
<i>Erythrina dominguezii</i>	0.00	0.07	0.04	0.80	0.58	1.25	0.00	0.00	0.00	2.74
<i>Piptadenia viridifolia</i>	0.41	0.59	0.64	0.28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.93
<i>Cariniana estrellensis</i>	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.25	1.58	0.00	0.00	1.88
<i>Cupania vernalis</i>	0.49	0.63	0.11	0.64	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.86
<i>Coccoloba tillacea</i>	0.03	0.21	0.08	0.32	0.78	0.00	0.00	0.00	0.00	1.42
<i>Inga marginata</i>	0.77	0.33	0.07	0.23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.39
<i>Croton densiflorus</i>	0.08	0.47	0.61	0.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.27
<i>Reichenbachii hirsuta</i>	0.11	0.17	0.32	0.00	0.00	0.00	0.00	0.66	0.00	1.26
<i>Citronella apogon</i>	0.05	0.00	0.06	0.15	0.00	0.00	0.81	0.00	0.00	1.07
(mas 64 especies)	2.49	3.37	2.50	2.46	0.36	0.55	0.53	1.35	0.00	13.62
TOTAL	8.46	14.75	14.79	16.77	7.538	1	1.78	18.23	16.41	127.83

Anexo 7c Distribución de parámetros dasométricos, por clases diamétricas, de 20 especies ≥ 10 cm de dap en el Bosque de *Myroxylon peruiferum*-*Tipuana tipu*

ABUNDANCIA (Ind/ha)										
Clases diamétricas	10-19	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70-79	80-89	>90	TOTAL
NOMBRE DE ESPECIE	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
<i>Pisonia zapallo</i>	64.40	10.80	2.40	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	78.00
<i>Anadenanthera colubrina</i>	11.20	12.00	12.40	10.80	6.80	3.20	2.40	0.40	0.40	59.60
<i>Myrcianthes pungens</i>	23.20	7.20	1.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	31.60
<i>Aspidosperma cylindrocarpon</i>	15.60	8.40	6.00	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	30.40
<i>Piptadenia viridifolia</i>	15.20	8.80	4.80	0.80	0.40	0.40	0.00	0.00	0.00	30.40
<i>Chrysophyllum gonocarpum</i>	21.60	4.80	0.40	0.00	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	27.20
<i>Tabebuia lapacho</i>	10.00	5.60	4.80	1.20	0.80	0.00	1.60	0.00	0.00	24.00
<i>Myroxylon peruiferum</i>	10.40	5.60	2.80	0.80	0.40	0.40	0.80	0.00	0.40	21.60
<i>Machaerium scleroxylon</i>	4.40	5.20	1.60	2.00	1.60	0.00	0.40	0.00	0.00	15.20
<i>Luehea candicans</i>	10.40	2.00	1.60	0.40	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	14.80
<i>Diatenopteryx sorbifolia</i>	10.80	1.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	12.00
<i>Piptadenia sp</i>	6.40	2.40	1.20	0.80	0.00	0.40	0.40	0.00	0.00	11.60
<i>Cordia trichotoma</i>	5.60	2.80	2.40	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	11.20
<i>Gallesia integrifolia</i>	5.60	1.20	0.80	1.60	0.00	0.00	0.00	0.80	0.00	10.00
<i>Cariniana estrellensis</i>	4.80	1.60	0.80	0.00	0.00	0.00	0.80	0.40	0.00	8.40
<i>Chorisia speciosa</i>	2.40	2.00	1.60	1.60	0.00	0.40	0.00	0.40	0.00	8.40
<i>Astronium urundeuva</i>	1.60	2.00	3.20	0.40	0.80	0.00	0.00	0.00	0.00	8.00
<i>Capparis flexuosa</i>	5.20	2.00	0.40	0.00	0.00	0.00	0.40	0.00	0.00	8.00
<i>Inga marginata</i>	7.20	0.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	8.00
<i>Chlorophora tinctoria</i>	2.40	3.20	1.60	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.60
(mas 58 especies)	80.00	26.00	10.00	4.40	2.00	0.80	1.60	0.40	1.20	126.40
TOTAL	318.40	115.60	60.00	26.40	13.60	5.60	8.40	2.40	2.00	552.40

AREA BASAL (m²/ha)

Clases diamétricas	10-19	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70-79	80-89	>90	TOTAL
NOMBRE DE ESPECIE	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G
<i>Anadenanthera colubrina</i>	0.18	0.58	1.12	1.66	1.48	1.03	1.00	0.20	0.30	7.53
<i>Tabebuia lapacho</i>	0.17	0.23	0.47	0.17	0.16	0.00	0.71	0.00	0.00	1.91
<i>Pisonia zapallo</i>	1.01	0.45	0.20	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.71
<i>Myroxylon peruiferum</i>	0.19	0.27	0.27	0.12	0.11	0.11	0.34	0.00	0.28	1.71
<i>Tipuana tipu</i>	0.00	0.02	0.00	0.12	0.09	0.26	0.40	0.25	0.35	1.49
<i>Piptadenia viridifolia</i>	0.24	0.39	0.43	0.12	0.10	0.13	0.00	0.00	0.00	1.39
<i>Machaerium scleroxylon</i>	0.07	0.29	0.14	0.30	0.38	0.00	0.18	0.00	0.00	1.35
<i>Aspidosperma cylindrocarpon</i>	0.26	0.41	0.56	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.29
<i>Gallesia integrifolia</i>	0.08	0.05	0.09	0.24	0.00	0.00	0.00	0.43	0.00	0.89
<i>Chorisia speciosa</i>	0.03	0.09	0.15	0.23	0.00	0.14	0.00	0.22	0.00	0.85
<i>Cariniana estrellensis</i>	0.08	0.07	0.07	0.00	0.00	0.00	0.37	0.23	0.00	0.82
<i>Piptadenia sp</i>	0.13	0.14	0.11	0.12	0.00	0.11	0.20	0.00	0.00	0.82
<i>Myrcianthes pungens</i>	0.39	0.29	0.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.79
<i>Chrysophyllum gonocarpum</i>	0.39	0.20	0.04	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.72
<i>Astronium urundeuva</i>	0.03	0.10	0.30	0.06	0.16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.65
<i>Luehea candicans</i>	0.20	0.09	0.14	0.05	0.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.57
<i>Cordia trichotoma</i>	0.09	0.13	0.24	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.51
<i>Tabebuia impetiginosa</i>	0.00	0.02	0.12	0.06	0.09	0.00	0.16	0.00	0.00	0.44
<i>Pseudobombax argenteum</i>	0.02	0.04	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.28	0.43
<i>Capparis flexuosa</i>	0.10	0.09	0.03	0.00	0.00	0.00	0.19	0.00	0.00	0.41
(mas 58 especies)	1.52	1.40	0.92	0.53	0.18	0.00	0.20	0.00	0.28	5.03
TOTAL	5.16	5.34	5.52	3.92	3.03	1.79	3.75	1.32	1.50	31.30

VOLUMEN (m³/ha)

Clases diamétricas	10-19	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70-79	80-89	>90	TOTAL	
NOMBRE DE ESPECIE	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	
<i>Anadenanthera colubrina</i>	0.47	1.96	4.84	8.04	9.63	6.95	5.83	0.79	1.54	40.03	
<i>Tipuana tipu</i>	0.00	0.09	0.00	0.94	0.57	1.24	2.70	2.25	2.74	10.52	
<i>Tabebuia lapacho</i>	0.45	0.85	2.19	1.08	1.33	0.00	4.17	0.00	0.00	10.08	
<i>Myroxylon peruiferum</i>	0.55	1.18	1.63	0.96	0.84	1.10	2.07	0.00	0.65	8.98	
<i>Machaerium escleroxylon</i>	0.17	0.89	0.54	1.07	1.46	0.00	0.80	0.00	0.00	4.93	
<i>Piptadenia viridifolia</i>	0.56	1.37	1.55	0.45	0.37	0.61	0.00	0.00	0.00	4.91	
<i>Aspidosperma cylindrocarpon</i>	0.62	1.33	2.22	0.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.55	
<i>Tabebuia impetiginosa</i>	0.00	0.04	0.36	0.81	0.99	0.00	2.26	0.00	0.00	4.46	
<i>Galesia integrifolia</i>	0.16	0.15	0.26	0.96	0.00	0.00	0.00	1.67	0.00	3.20	
<i>Cariniana estrellensis</i>	0.10	0.15	0.14	0.00	0.00	0.00	2.26	0.37	0.00	3.01	
<i>Pisonia zapallo</i>	1.45	0.64	0.49	0.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.83	
<i>Piptadenia sp</i>	0.33	0.42	0.35	0.51	0.00	0.18	0.78	0.00	0.00	2.57	
<i>Cedrela lilloi</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.32	0.00	0.00	2.32	
<i>Astronium urundeuva</i>	0.05	0.27	1.02	0.26	0.62	0.00	0.00	0.00	0.00	2.23	
<i>Juglans boliviana</i>	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.19	2.21	
<i>Cordia trichotoma</i>	0.24	0.45	0.99	0.34	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.01	
<i>Chorisia speciosa</i>	0.05	0.27	0.39	0.68	0.00	0.53	0.00	0.00	0.00	1.91	
<i>Myrcianthes pungens</i>	0.74	0.70	0.37	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.80	
<i>Chrysophyllum gonocarpum</i>	0.80	0.53	0.12	0.00	0.35	0.00	0.00	0.00	0.00	1.80	
<i>Coccoloba tillacea</i>	0.02	0.29	0.30	0.73	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.34	
(mas 58 especies)	3.42	4.07	2.99	1.40	1.97	0.00	0.82	0.00	0.00	14.65	
TOTAL	10.20	15.62	20.76	18.85	18.137	0.614	2	3.99	5.07	7.12	130.36

Anexo 7d **Distribución de parámetros dasométricos, por clases diamétricas, e 20 especies ≥ 10 cm de dap en el Bosque de *Astronium urundeuva*-*Calycophyllum multiflorum***

ABUNDANCIA (Ind/ha)										
Clases diamétricas	10-19	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70-79	80-89	>90	TOTAL
NOMBRE DE ESPECIE	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
<i>Astronium urundeuva</i>	54.30	92.00	44.00	16.00	3.40	2.30	0.60	0.00	0.00	212.60
<i>Anadenanthera colubrina</i>	42.30	23.40	5.70	8.00	1.70	0.00	0.00	0.00	0.60	81.70
<i>Aspidosperma cylindrocarpon</i>	49.70	19.40	2.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	71.40
<i>Machaerium scleroxylon</i>	14.90	14.90	10.30	4.00	0.60	0.00	0.00	0.00	0.00	44.60
<i>Pisonia zapallo</i>	28.60	9.70	1.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	39.40
<i>Tabebuia impetiginosa</i>	16.00	7.40	4.00	2.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	29.70
<i>Calycophyllum multiflorum</i>	14.30	6.90	4.60	1.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	27.40
<i>Guettarda sp</i>	12.60	4.60	0.60	0.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	18.30
Desconocido	15.40	2.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	17.70
<i>Myrcianthes pungens</i>	13.70	0.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	14.30
<i>Piptadenia viridifolia</i>	6.90	5.70	1.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	13.70
<i>Pseudobombax marginatum</i>	2.30	1.70	4.60	2.90	0.60	0.00	0.60	0.00	0.00	12.60
<i>Randia sp</i>	10.30	0.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	10.90
<i>Zanthoxylon naranjillo</i>	8.60	1.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	10.30
<i>Luehea candicans</i>	3.40	2.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.30
<i>Tabebuia lapacho</i>	4.00	1.70	0.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.30
<i>Lithraea ternifolia</i>	5.10	0.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.70
<i>Eugenia uniflora</i>	4.60	0.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.10
<i>Myrciaria sp</i>	5.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.10
<i>Pentapanax angelicifolius</i>	2.90	0.00	0.60	1.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.60
(mas 34 especies)	44.00	9.20	3.50	2.40	0.60	0.00	0.00	0.00	0.00	59.20
TOTAL	358.90	205.70	82.90	38.90	6.90	2.30	1.10	0.00	0.60	697.10

AREA BASAL (m²/ha)											
Clases diamétricas	10-19	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70-79	80-89	>90	TOTAL	
NOMBRE DE ESPECIE	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	
<i>Astronium urundeuva</i>	1.00	4.56	3.88	2.43	0.78	0.75	0.23	0.00	0.00	13.63	
<i>Anadenanthera colubrina</i>	0.68	1.09	0.49	1.18	0.38	0.00	0.00	0.00	0.45	4.28	
<i>Machaerium scleroxylon</i>	0.28	0.76	0.95	0.65	0.11	0.00	0.00	0.00	0.00	2.76	
<i>Aspidosperma cylindrocarpon</i>	0.88	0.85	0.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.90	
<i>Pseudobombax marginatum</i>	0.05	0.09	0.41	0.43	0.16	0.00	0.27	0.00	0.00	1.40	
<i>Tabebuia impetiginosa</i>	0.30	0.36	0.32	0.32	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.30	
<i>Calycophyllum multiflorum</i>	0.24	0.36	0.40	0.26	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.27	
<i>Pisonia zapallo</i>	0.44	0.41	0.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.95	
<i>Guettarda sp</i>	0.23	0.22	0.04	0.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.61	
<i>Piptadenia viridifolia</i>	0.11	0.28	0.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.48	
Desconocido	0.19	0.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.27	
<i>Pentapanax angelicifolius</i>	0.05	0.00	0.05	0.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.25	
<i>Myrcianthes pungens</i>	0.19	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.23	
<i>Cordia trichotoma</i>	0.03	0.10	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.22	
<i>Chorisia speciosa</i>	0.00	0.04	0.07	0.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.19	
<i>Tabebuia lapacho</i>	0.07	0.08	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.19	
<i>Piptadenia sp</i>	0.00	0.07	0.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.18	
<i>Zanthoxylon naranjillo</i>	0.11	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.18	
<i>Luehea candicans</i>	0.05	0.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.16	
<i>Sapium sp</i>	0.00	0.03	0.00	0.00	0.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.14	
(mas 34 especies)	0.90	0.32	0.12	0.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.51	
TOTAL	5.80	9.91	7.25	5.89	1.54	0.75	0.50	0.00	0.45	31.82	

VOLUMEN (m³/ha)

Clases diamétricas	10-19	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70-79	80-89	>90	TOTAL
NOMBRE DE ESPECIE	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
<i>Astronium urundeuva</i>	2.28	13.05	12.25	8.91	2.95	3.16	0.83	0.00	0.00	43.43
<i>Anadenanthera colubrina</i>	1.38	3.09	2.05	4.78	1.66	0.00	0.00	0.00	0.73	13.68
<i>Machaerium scleroxylon</i>	0.40	1.79	2.51	2.05	0.29	0.00	0.00	0.00	0.00	7.05
<i>Calycophyllum multiflorum</i>	0.42	1.11	1.45	1.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.06
<i>Aspidosperma cylindrocarpon</i>	1.48	1.77	0.48	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.73
<i>Pseudobombax marginatum</i>	0.10	0.15	0.81	1.05	0.36	0.00	1.05	0.00	0.00	3.52
<i>Tabebuia impetiginosa</i>	0.51	1.05	0.82	1.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.40
<i>Guettarda spp.</i>	0.30	0.43	0.07	0.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.13
<i>Piptadenia viridifolia</i>	0.20	0.59	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.08
<i>Pentapanax angelicifolius</i>	0.09	0.00	0.13	0.58	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.80
<i>Pisonia zapallo</i>	0.24	0.36	0.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.74
<i>Sapium sp</i>	0.00	0.05	0.00	0.00	0.58	0.00	0.00	0.00	0.00	0.63
<i>Tabebuia lapacho</i>	0.11	0.27	0.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.53
<i>Cordia trichotoma</i>	0.03	0.29	0.00	0.16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.49
<i>Myroxylon peruiferum</i>	0.10	0.00	0.00	0.32	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.41
<i>Piptadenia sp</i>	0.00	0.12	0.29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.41
<i>Myrcianthes pungens</i>	0.30	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.36
<i>Chorisia speciosa</i>	0.00	0.05	0.11	0.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.32
<i>Trichilia elegans</i>	0.07	0.00	0.00	0.24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.31
<i>Zanthoxylon naranjillo</i>	0.14	0.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.28
(mas 34 especies)	1.06	0.78	0.37	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.21
TOTAL	9.21	25.15	21.91	20.68	5.85	3.16	1.88	0.00	0.73	88.57

Anexo 7e Distribución de parámetros dasométricos, por clases diamétricas, de 20 especies ≥ 10 cm de dap en el Bosque de *Caesalpinia pluviosa*-*Gallesia integrifolia*

ABUNDANCIA (Ind/ha)										
Clases diamétricas	10-19	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70-79	80-89	>90	TOTAL
NOMBRE DE ESPECIE	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
<i>Capparis prisca</i>	105.00	31.50	9.00	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	1.50	148.50
<i>Gallesia integrifolia</i>	14.00	7.50	3.50	4.00	3.50	3.50	4.50	3.00	2.00	45.50
<i>Piptadenia viridifolia</i>	15.00	16.50	6.50	1.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	41.00
<i>Chrysophyllum gonocarpum</i>	8.00	8.00	6.50	2.50	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	25.50
<i>Nectandra angusta</i>	12.00	3.50	1.00	0.00	0.00	0.50	0.50	0.00	0.00	17.50
<i>Pisonia zapallo</i>	16.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	16.50
<i>Coccoloba tiliacea</i>	5.50	4.00	2.50	0.50	1.00	0.50	1.50	0.00	0.50	16.00
<i>Caesalpinia pluviosa</i>	7.00	2.50	2.50	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	14.00
<i>Myroxylon peruiferum</i>	5.00	1.50	1.00	1.50	3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	12.00
<i>Tipuana tipu</i>	0.00	1.00	0.50	0.50	0.50	0.50	1.50	1.50	1.50	7.50
<i>Myrcianthes pungens</i>	5.50	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.00
<i>Piper sp1</i>	6.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.50
<i>Diatenopteryx sorbifolia</i>	5.00	0.50	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.00
<i>Allophylus sp</i>	5.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.50
<i>Cupania vernalis</i>	3.50	1.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.00
Desconocido	4.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.50
<i>Inga sp1</i>	3.00	1.00	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.50
<i>Machaerium scleroxylon</i>	2.50	0.50	0.00	0.50	0.00	0.50	0.50	0.00	0.00	4.50
<i>Persea sp1</i>	1.00	0.00	0.00	0.00	0.50	1.00	0.50	1.00	0.50	4.50
<i>Acacia sp2</i>	3.00	0.50	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.00
(mas 47 especies)	35.00	13.00	6.50	4.00	2.50	0.50	0.50	0.00	0.00	62.00
TOTAL	262.00	95.00	41.00	18.50	13.50	7.00	9.50	5.50	6.00	458.00

AREA BASAL (m²/ha)

Clases diamétricas	10-19	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70-79	80-89	>90	TOTAL
NOMBRE DE ESPECIE	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G
<i>Gallesia integrifolia</i>	0.28	0.39	0.31	0.66	0.81	1.12	2.08	1.57	2.21	9.43
<i>Capparis prisca</i>	1.75	1.41	0.86	0.21	0.00	0.00	0.00	0.00	1.18	5.40
<i>Tipuana tipu</i>	0.00	0.07	0.05	0.10	0.11	0.18	0.70	0.84	0.98	3.02
<i>Piptadenia viridifolia</i>	0.27	0.78	0.62	0.17	0.44	0.00	0.00	0.00	0.00	2.27
<i>Coccoloba tiliacea</i>	0.09	0.21	0.27	0.07	0.22	0.14	0.68	0.00	0.33	2.00
<i>Chrysophyllum gonocarpum</i>	0.16	0.38	0.61	0.38	0.11	0.00	0.00	0.00	0.00	1.64
<i>Persea sp 1</i>	0.02	0.00	0.00	0.00	0.12	0.33	0.22	0.60	0.34	1.62
<i>Myroxylon peruiferum</i>	0.06	0.06	0.09	0.25	0.72	0.00	0.00	0.00	0.00	1.19
<i>Nectandra angusta</i>	0.18	0.14	0.11	0.00	0.00	0.14	0.19	0.00	0.00	0.76
<i>Caesalpinia pluviosa</i>	0.10	0.11	0.24	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.76
<i>Machaerium scleroxylon</i>	0.05	0.03	0.00	0.07	0.00	0.19	0.23	0.00	0.00	0.56
<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	0.02	0.02	0.04	0.15	0.24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.47
<i>Anadenanthera colubrina</i>	0.02	0.02	0.15	0.00	0.00	0.16	0.00	0.00	0.00	0.35
<i>Piptadenia sp</i>	0.01	0.02	0.05	0.08	0.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.28
<i>Pisonia zapallo</i>	0.23	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.24
<i>Schinopsis brasiliensis</i>	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.21	0.00	0.00	0.24
<i>Juglans australis</i>	0.00	0.00	0.00	0.08	0.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.22
<i>Inga sp 1</i>	0.05	0.06	0.00	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.18
<i>Myrcianthes pungens</i>	0.11	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.18
<i>Acacia sp1</i>	0.01	0.02	0.04	0.00	0.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.17
(mas 47 especies)	0.89	0.64	0.47	0.31	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.30
TOTAL	4.27	4.45	3.90	2.89	3.14	2.27	4.31	3.01	5.03	33.20

VOLUMEN (m³/ha)										
Clases diamétricas	10-19	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70-79	80-89	>90	TOTAL
NOMBRE DE ESPECIE	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
<i>Gallesia integrifolia</i>	0.04	0.66	0.68	1.97	2.53	4.66	10.43	8.37	17.87	47.20
<i>Tipuana tipu</i>	0.00	0.12	0.12	0.30	0.35	0.80	3.52	4.61	5.81	15.65
<i>Capparis prisca</i>	0.22	2.24	1.97	0.58	0.00	0.00	0.00	0.00	7.68	12.69
<i>Persea sp1</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.43	1.37	1.07	3.40	2.04	8.30
<i>Coccoloba tiliacea</i>	0.00	0.36	0.65	0.20	0.75	0.56	3.34	0.00	1.97	7.82
<i>Piptadenia viridifolia</i>	0.04	1.26	1.41	0.50	1.51	0.00	0.00	0.00	0.00	4.73
<i>Myroxylon peruiferum</i>	0.00	0.09	0.20	0.77	2.62	0.00	0.00	0.00	0.00	3.67
<i>Chrysophyllum gonocarpum</i>	0.02	0.62	1.38	1.12	0.36	0.00	0.00	0.00	0.00	3.49
<i>Machaerium scleroxylon</i>	0.02	0.05	0.00	0.19	0.00	0.87	1.13	0.00	0.00	2.26
<i>Nectandra angusta</i>	0.02	0.20	0.25	0.00	0.00	0.55	0.88	0.00	0.00	1.91
<i>Caesalpinia pluviosa</i>	0.00	0.18	0.56	0.84	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.58
<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	0.00	0.02	0.09	0.44	0.88	0.00	0.00	0.00	0.00	1.43
<i>Anadenanthera colubrina</i>	0.00	0.03	0.35	0.00	0.00	0.69	0.00	0.00	0.00	1.07
<i>Schinopsis brasiliensis</i>	0.00	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.96	0.00	0.00	1.03
<i>Piptadenia sp.</i>	0.00	0.03	0.10	0.22	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.85
<i>Juglans australis</i>	0.00	0.00	0.00	0.24	0.52	0.00	0.00	0.00	0.00	0.76
<i>Acacia sp 1</i>	0.00	0.02	0.08	0.00	0.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.47
<i>Chlorophora tinctoria</i>	0.00	0.11	0.00	0.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.35
<i>Inga sp 1</i>	0.02	0.10	0.00	0.22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.34
<i>Cordia trichotoma</i>	0.00	0.04	0.00	0.22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.26
(mas 47 especies)	0.06	1.05	1.07	0.41	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.59
TOTAL	0.44	7.24	8.92	8.46	10.82	9.50	21.33	16.38	35.37	118.44

Anexo 8. Tablas de contingencia (Chi-Cuadrado)

a. Abundancia

Table of clase by GRUPO

clase	GRUPO					
Frequency						
Percent						
Row Pct						
Col Pct	1	2	3	4	5	Total
10_19	190	279	359	318	262	1408
	7.05	10.35	13.32	11.80	9.72	52.23
	13.49	19.82	25.50	22.59	18.61	
	39.09	55.80	51.43	57.61	56.96	
20_29	134	122	206	116	95	673
	4.97	4.53	7.64	4.30	3.52	24.96
	19.91	18.13	30.61	17.24	14.12	
	27.57	24.40	29.51	21.01	20.65	
30_39	55	45	83	60	41	284
	2.04	1.67	3.08	2.23	1.52	10.53
	19.37	15.85	29.23	21.13	14.44	
	11.32	9.00	11.89	10.87	8.91	
40_49	42	26	39	26	19	152
	1.56	0.96	1.45	0.96	0.70	5.64
	27.63	17.11	25.66	17.11	12.50	
	8.64	5.20	5.59	4.71	4.13	
50_59	17	7	7	14	14	59
	0.63	0.26	0.26	0.52	0.52	2.19
	28.81	11.86	11.86	23.73	23.73	
	3.50	1.40	1.00	2.54	3.04	
Total	486	500	698	552	460	2696
	18.03	18.55	25.89	20.47	17.06	100.00

(Continued)

The SAS System

The FREQ Procedure

Table of clase by GRUPO

class GRUPO

Frequency						
Percent						
Row Pct						
Col Pct	1	2	3	4	5	Total
60_69	14	6	2	6	7	35
	0.52	0.22	0.07	0.22	0.26	1.30
	40.00	17.14	5.71	17.14	20.00	
	2.88	1.20	0.29	1.09	1.52	
70_79	14	7	1	8	10	40
	0.52	0.26	0.04	0.30	0.37	1.48
	35.00	17.50	2.50	20.00	25.00	
	2.88	1.40	0.14	1.45	2.17	
80_89	7	4	0	2	6	19
	0.26	0.15	0.00	0.07	0.22	0.70
	36.84	21.05	0.00	10.53	31.58	
	1.44	0.80	0.00	0.36	1.30	
90_	13	4	1	2	6	26
	0.48	0.15	0.04	0.07	0.22	0.96
	50.00	15.38	3.85	7.69	23.08	
	2.67	0.80	0.14	0.36	1.30	
Total	486	500	698	552	460	2696
	18.03	18.55	25.89	20.47	17.06	100.00

Statistics for Table of clase by GRUPO

Statistic	DF	Value	Prob
Chi-Square	32	128.4671	<.0001
Likelihood Ratio Chi-Square	32	136.1107	<.0001
Mantel-Haenszel Chi-Square	1	23.0096	<.0001
Phi Coefficient		0.2183	
Contingency Coefficient		0.2133	
Cramer's V		0.1091	

The FREQ Procedure

b. Area basal

Table of CLASE by GRUPO

CLASE	GRUPO					Total
Frequency						
Percent						
Row Pct						
Col Pct	1	2	3	4	5	
10_19	3.132	4.36	5.607	5.151	4.211	22.461
	1.74	2.43	3.12	2.87	2.34	12.49
	13.94	19.41	24.96	22.93	18.75	
	5.79	14.87	17.62	16.46	12.68	
20_29	6.393	5.53	9.829	5.344	4.447	31.543
	3.56	3.08	5.47	2.97	2.47	17.55
	20.27	17.53	31.16	16.94	14.10	
	11.81	18.86	30.89	17.07	13.39	
30_39	5.136	4.006	7.249	5.515	3.904	25.81
	2.86	2.23	4.03	3.07	2.17	14.36
	19.90	15.52	28.09	21.37	15.13	
	9.49	13.66	22.78	17.62	11.76	
40_49	6.331	3.731	5.892	3.915	2.894	22.763
	3.52	2.08	3.28	2.18	1.61	12.66
	27.81	16.39	25.88	17.20	12.71	
	11.70	12.72	18.52	12.51	8.72	
50_59	3.868	1.521	1.544	3.025	3.138	13.096
	2.15	0.85	0.86	1.68	1.75	7.28
	29.54	11.61	11.79	23.10	23.96	
	7.15	5.19	4.85	9.66	9.45	
Total	54.132	29.323	31.817	31.301	33.203	179.776
	30.11	16.31	17.70	17.41	18.47	100.00

(Continued)

Table of CLASE by GRUPO

CLASE	GRUPO					
Frequency						
Percent						
Row Pct						
Col Pct	1	2	3	4	5	Total
60_69	4.765	1.891	0.746	1.785	2.265	11.452
	2.65	1.05	0.41	0.99	1.26	6.37
	41.61	16.51	6.51	15.59	19.78	
	8.80	6.45	2.34	5.70	6.82	
70_79	6.109	3.017	0.501	3.748	4.308	17.683
	3.40	1.68	0.28	2.08	2.40	9.84
	34.55	17.06	2.83	21.20	24.36	
	11.29	10.29	1.57	11.97	12.97	
80_89	3.948	2.322	0	1.323	3.009	10.602
	2.20	1.29	0.00	0.74	1.67	5.90
	37.24	21.90	0.00	12.48	28.38	
	7.29	7.92	0.00	4.23	9.06	
90	0	0	0	1.495	5.027	6.522
	0.00	0.00	0.00	0.83	2.80	3.63
	0.00	0.00	0.00	22.92	77.08	
	0.00	0.00	0.00	4.78	15.14	
90_	14.45	2.945	0.449	0	0	17.844
	8.04	1.64	0.25	0.00	0.00	9.93
	80.98	16.50	2.52	0.00	0.00	
	26.69	10.04	1.41	0.00	0.00	
Total	54.132	29.323	31.817	31.301	33.203	179.776
	30.11	16.31	17.70	17.41	18.47	100.00

Statistics for Table of CLASE by GRUPO

Statistic	DF	Value	Prob
Chi-Square	36	60.4307	0.0066
Likelihood Ratio Chi-Square	36	64.9575	0.0022
Mantel-Haenszel Chi-Square	1	5.7482	0.0165
Phi Coefficient		0.5798	
Contingency Coefficient		0.5016	
Cramer's V		0.2899	

The FREQ Procedure

Anexo 9. Parámetros dasométricos por tipo de Bosque.

Anexo 9 a

**Parámetros dasométricos promedios de las especies/ha
Bosque de *Cedrela lilloi*-*Cinnamomum porphyria***

CODIGO ESPECIE	A	D	F	AR	DR	FR	SUMA-IVI	% IVI
	Valores absolutos			Valores relativos				
<i>Cinnamomum porphyria</i>	108	10.6646	93	22.2353	19.6809	17.9191	59.8353	19.95
<i>Juglans australis</i>	32	13.029	38	6.5882	24.0442	7.3218	37.9542	12.65
<i>Cedrela lilloi</i>	19.4	9.1693	21	4	16.9213	4.0462	24.9676	8.32
<i>Nectandra angusta</i>	43.4	1.865	46	8.9412	3.4418	8.8632	21.2462	7.08
<i>Citronella apogon</i>	37.7	1.8421	36	7.7647	3.3995	6.9364	18.1006	6.03
<i>Blepharocalyx salicifolius</i>	22.3	3.961	29	4.5882	7.3098	5.5877	17.4857	5.83
<i>Prunus integrifolia</i>	30.9	1.9926	29	6.3529	3.6773	5.5877	15.6179	5.21
<i>Tabebuia lapacho</i>	19.4	2.1179	21	4	3.9085	4.0462	11.9548	3.98
<i>Chrysophyllum gonocarpum</i>	24	0.9136	26	4.9412	1.686	5.0096	11.6368	3.88
<i>Cupania vernalis</i>	22.9	0.8242	27	4.7059	1.5211	5.2023	11.4293	3.81
<i>Ocotea sp</i>	14.9	1.1981	18	3.0588	2.2109	3.4682	8.738	2.91
<i>Pisonia ambigua</i>	12	1.8651	13	2.4706	3.442	2.5048	8.4174	2.81
<i>Allophylus edulis</i>	13.1	0.3222	19	2.7059	0.5945	3.6609	6.9613	2.32
<i>Inga marginata</i>	14.9	0.2621	14	3.0588	0.4837	2.6975	6.24	2.08
<i>Persea sp</i>	6.9	0.7134	9	1.4118	1.3165	1.7341	4.4624	1.49
<i>Sambucus peruvianus</i>	9.1	0.2133	11	1.8824	0.3936	2.1195	4.3954	1.47
<i>Inga saltensis</i>	8	0.2114	8	1.6471	0.3901	1.5414	3.5786	1.19
<i>Tipuana tipu</i>	1.7	1.2541	3	0.3529	2.3144	0.578	3.2454	1.08
<i>Styrax argenteus</i>	6.9	0.2862	6	1.4118	0.5281	1.1561	3.0959	1.03
<i>Siphoneugena occidentalis</i>	5.1	0.2752	5	1.0588	0.5079	0.9634	2.5301	0.84
<i>Desconocido</i>	4.6	0.0455	5	0.8235	0.1025	0.9634	1.8894	0.63
<i>Luhea fibrigii</i>	4	0.1734	3	0.8235	0.4122	0.578	1.8138	0.6
<i>Oreopanax kuntzei</i>	2.9	0.0664	5	0.5882	0.1225	0.9634	1.6742	0.56
<i>Myrsine coriacea</i>	2.3	0.1306	4	0.4706	0.2411	0.7707	1.4824	0.49
<i>Myrciaria floribunda</i>	2.3	0.1898	3	0.4706	0.3502	0.578	1.3988	0.47
<i>Solanum riparium</i>	2.3	0.0759	4	0.4706	0.1401	0.7707	1.3814	0.46
<i>Urera baccifera</i>	2.3	0.0461	4	0.4706	0.0851	0.7707	1.3264	0.44
<i>Croton densiflorus</i>	2.3	0.0791	3	0.4706	0.1459	0.578	1.1946	0.4
<i>Chrysophyllum marginatum</i>	1.7	0.0616	2	0.4706	0.1137	0.3854	0.9696	0.32
<i>Cordyline dracaenoides</i>	1.7	0.0198	3	0.3529	0.0366	0.578	0.9676	0.32
<i>Myrsine sp</i>	1.1	0.0647	2	0.2353	0.1195	0.3854	0.7401	0.25
<i>Erythrina dominguezii</i>	1.1	0.0226	2	0.2353	0.0418	0.3854	0.6624	0.22
<i>Celtis brasiliensis</i>	1.1	0.0198	2	0.2353	0.0365	0.3854	0.6571	0.22
<i>Myrcianthes callicoma</i>	1.1	0.0617	1	0.2353	0.1139	0.1927	0.5419	0.18
<i>Myrcianthes pungens</i>	0.6	0.0474	1	0.1176	0.0875	0.1927	0.3979	0.13
<i>Ceroxylon sp</i>	0.6	0.0219	1	0.1176	0.0405	0.1927	0.3508	0.12
<i>Erythrina sp</i>	0.6	0.0142	1	0.1176	0.0263	0.1927	0.3366	0.11
<i>Sapium hamaetospermum</i>	0.5	0.0065	1	0.1176	0.0119	0.1927	0.3222	0.11
TOTAL	485.7	54.1274	519	99.9998	99.9999	100	300.0001	99.99

Anexo 9. Parámetros dasométricos por tipo de Bosque.

Anexo 9 a

Parámetros dasométricos promedios de las especies/ha
Bosque de *Cedrela lilloi*-*Cinnamomum porphyria*

CODIGO ESPECIE	A	D	F	AR	DR	FR	SUMA-IVI	% IVI
	Valores absolutos			Valores relativos				
<i>Cinnamomum porphyria</i>	108	10.6646	93	22.2353	19.6809	17.9191	59.8353	19.95
<i>Juglans australis</i>	32	13.029	38	6.5882	24.0442	7.3218	37.9542	12.65
<i>Cedrela lilloi</i>	19.4	9.1693	21	4	16.9213	4.0462	24.9676	8.32
<i>Nectandra angusta</i>	43.4	1.865	46	8.9412	3.4418	8.8632	21.2462	7.08
<i>Citronella apogon</i>	37.7	1.8421	36	7.7647	3.3995	6.9364	18.1006	6.03
<i>Blepharocalyx salicifolius</i>	22.3	3.961	29	4.5882	7.3098	5.5877	17.4857	5.83
<i>Prunus integrifolia</i>	30.9	1.9926	29	6.3529	3.6773	5.5877	15.6179	5.21
<i>Tabebuia lapacho</i>	19.4	2.1179	21	4	3.9085	4.0462	11.9548	3.98
<i>Chrysophyllum gonocarpum</i>	24	0.9136	26	4.9412	1.686	5.0096	11.6368	3.88
<i>Cupania vernalis</i>	22.9	0.8242	27	4.7059	1.5211	5.2023	11.4293	3.81
<i>Ocotea sp</i>	14.9	1.1981	18	3.0588	2.2109	3.4682	8.738	2.91
<i>Pisonia ambigua</i>	12	1.8651	13	2.4706	3.442	2.5048	8.4174	2.81
<i>Allophylus edulis</i>	13.1	0.3222	19	2.7059	0.5945	3.6609	6.9613	2.32
<i>Inga marginata</i>	14.9	0.2621	14	3.0588	0.4837	2.6975	6.24	2.08
<i>Persea sp</i>	6.9	0.7134	9	1.4118	1.3165	1.7341	4.4624	1.49
<i>Sambucus peruvianus</i>	9.1	0.2133	11	1.8824	0.3936	2.1195	4.3954	1.47
<i>Inga saltensis</i>	8	0.2114	8	1.6471	0.3901	1.5414	3.5786	1.19
<i>Tipuana tipu</i>	1.7	1.2541	3	0.3529	2.3144	0.578	3.2454	1.08
<i>Styrax argenteus</i>	6.9	0.2862	6	1.4118	0.5281	1.1561	3.0959	1.03
<i>Siphoneugena occidentalis</i>	5.1	0.2752	5	1.0588	0.5079	0.9634	2.5301	0.84
<i>Desconocido</i>	4.6	0.0455	5	0.8235	0.1025	0.9634	1.8894	0.63
<i>Luhea fibrigii</i>	4	0.1734	3	0.8235	0.4122	0.578	1.8138	0.6
<i>Oreopanax kuntzei</i>	2.9	0.0664	5	0.5882	0.1225	0.9634	1.6742	0.56
<i>Myrsine coriacea</i>	2.3	0.1306	4	0.4706	0.2411	0.7707	1.4824	0.49
<i>Myrciaria floribunda</i>	2.3	0.1898	3	0.4706	0.3502	0.578	1.3988	0.47
<i>Solanum riparium</i>	2.3	0.0759	4	0.4706	0.1401	0.7707	1.3814	0.46
<i>Urera baccifera</i>	2.3	0.0461	4	0.4706	0.0851	0.7707	1.3264	0.44
<i>Croton densiflorus</i>	2.3	0.0791	3	0.4706	0.1459	0.578	1.1946	0.4
<i>Chrysophyllum marginatum</i>	1.7	0.0616	2	0.4706	0.1137	0.3854	0.9696	0.32
<i>Cordyline dracaenoides</i>	1.7	0.0198	3	0.3529	0.0366	0.578	0.9676	0.32
<i>Myrsine sp</i>	1.1	0.0647	2	0.2353	0.1195	0.3854	0.7401	0.25
<i>Erythrina dominguezii</i>	1.1	0.0226	2	0.2353	0.0418	0.3854	0.6624	0.22
<i>Celtis brasiliensis</i>	1.1	0.0198	2	0.2353	0.0365	0.3854	0.6571	0.22
<i>Myrcianthes callicoma</i>	1.1	0.0617	1	0.2353	0.1139	0.1927	0.5419	0.18
<i>Myrcianthes pungens</i>	0.6	0.0474	1	0.1176	0.0875	0.1927	0.3979	0.13
<i>Ceroxylon sp</i>	0.6	0.0219	1	0.1176	0.0405	0.1927	0.3508	0.12
<i>Erythrina sp</i>	0.6	0.0142	1	0.1176	0.0263	0.1927	0.3366	0.11
<i>Sapium hamaetospermum</i>	0.5	0.0065	1	0.1176	0.0119	0.1927	0.3222	0.11
TOTAL	485.7	54.1274	519	99.9998	99.9999	100	300.0001	99.99

Parámetros dasométricos promedios de las especies/ha
Bosque de *Tabebuia lapacho-Nectandra angusta*

CODIGO ESPECIE	A	D	F	AR	DR	FR	SUMA-IVI	% IVI
	Valores absolutos			Valores relativos				
<i>Nectandra angusta</i>	142	6.8897	258	28.4997	23.4672	20.54	72.5083	24.17
<i>Juglans australis</i>	10.5	3.5982	36	2.1074	12.2559	2.866	17.2295	5.74
<i>Chrysophyllum gonocarpum</i>	30.8	1.0839	84	6.1716	3.692	6.688	16.5515	5.52
<i>Inga marginata</i>	33.8	0.6835	83	6.7737	2.3282	6.608	15.7102	5.24
<i>Tabebuia lapacho</i>	16.8	1.8486	52	3.3618	6.2966	4.14	13.7985	4.6
<i>Urera baccifera</i>	30	0.7037	66	6.0211	2.3968	5.255	13.6727	4.56
<i>Cupania vernalis</i>	22.3	0.6857	62	4.4656	2.3356	4.936	11.7375	3.91
<i>Gallesia integrifolia</i>	9.5	1.8341	31	1.9067	6.2471	2.468	10.622	3.54
<i>Piptadenia viridifolia</i>	14.3	0.5501	47	2.86	1.8736	3.742	8.4757	2.83
<i>Myroxylon peruiferum</i>	11.8	0.8786	30	2.3583	2.9927	2.389	7.7395	2.58
<i>Lonchocarpus lilloi</i>	9.5	1.014	23	1.9067	3.4537	1.831	7.1916	2.4
<i>Piper tucumanensis</i>	10.5	0.1966	24	2.1074	0.6697	1.911	4.6879	1.56
<i>Pisonia zapallo</i>	8.8	0.2495	24	1.7561	0.8498	1.911	4.5168	1.51
<i>Juglans boliviana</i>	1.8	0.9755	6	0.3512	3.3225	0.478	4.1515	1.38
<i>Croton densiflorus</i>	6.3	0.3328	20	1.2544	1.1335	1.592	3.9802	1.33
<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	3	0.6929	11	0.6021	2.3601	0.876	3.838	1.28
<i>Anadenanthera colubrina</i>	3.5	0.6357	11	0.7025	2.1652	0.876	3.7435	1.25
<i>Inga sp 2</i>	7	0.1744	21	1.4049	0.5939	1.672	3.6708	1.22
<i>Reichenbachia hirsuta</i>	5.3	0.3531	14	1.0537	1.2028	1.115	3.3711	1.12
<i>Solanum riparium</i>	5.8	0.1981	19	1.154	0.6748	1.513	3.3416	1.11
<i>Inga saltensis</i>	7.5	0.1339	17	1.5053	0.456	1.354	3.3148	1.1
<i>Capparis prisca</i>	7	0.2197	14	1.4049	0.7484	1.115	3.268	1.09
<i>Myrcianthes pungens</i>	5	0.1973	18	1.0035	0.6719	1.433	3.1085	1.04
<i>Tipuana tipu</i>	2	0.6275	6	0.4014	2.1372	0.478	3.0163	1.01
<i>Coccoloba tiliacea</i>	4.3	0.3655	9	0.853	1.2449	0.717	2.8144	0.94
<i>Pisonia ambigua</i>	5	0.1975	14	1.0035	0.6727	1.115	2.7909	0.93
<i>Inga sp</i>	5	0.0767	15	1.0035	0.2612	1.194	2.4589	0.82
<i>Erythrina dominguezii</i>	2	0.3905	7	0.4014	1.33	0.557	2.2887	0.76
<i>Myrciaria sp</i>	4.3	0.0905	12	0.853	0.3083	0.955	2.1167	0.71
<i>Persea sp 2</i>	3.8	0.273	5	0.7526	0.9297	0.398	2.0804	0.69
<i>Sambucus peruvianus</i>	3.5	0.0784	13	0.7025	0.267	1.035	2.0044	0.67
<i>Vassobia brevifolia</i>	4	0.0698	12	0.8028	0.2377	0.955	1.9959	0.67
<i>Desconocido</i>	3.5	0.0351	14	0.7025	0.1196	1.115	1.9367	0.65
<i>Luehea candicans</i>	3.8	0.115	9	0.7526	0.3915	0.717	1.8607	0.62
<i>Urera caracasana</i>	3.3	0.0802	11	0.6523	0.2732	0.876	1.8013	0.6
<i>Siphoneugena occidentalis</i>	3.5	0.1335	8	0.7025	0.4548	0.637	1.7942	0.6
<i>Persea sp</i>	2	0.226	7	0.4014	0.7698	0.557	1.7285	0.58
<i>Chlorophora tinctoria</i>	2.8	0.144	8	0.5519	0.4905	0.637	1.6794	0.56
<i>Ficus guaranitica</i>	1.5	0.3327	2	0.3011	1.1332	0.159	1.5935	0.53
<i>Citronella apogon</i>	2.3	0.1872	6	0.4516	0.6377	0.478	1.567	0.52
<i>Cariniana estrellensis</i>	1	0.2873	4	0.2007	0.9786	0.319	1.4978	0.5
<i>Heliocarpus popayanensis</i>	2	0.1225	8	0.4014	0.4172	0.637	1.4555	0.49
(mas 36 especies)	35.9	1.357	115	7.3766	4.7573	9.156	21.2889	7.11
TOTAL	498.3	29.3195	1256	100.001	100	100	299.9998	100

Anexo 9c

Parámetros dasométricos promedios de las especies/ha
Bosque de *Myroxylon peruiferum*-*Tipuana tipu*

CODIGO ESPECIE	A	D	F	AR	DR	FR	SUMA-IVI	% IVI
	Valores absolutos			Valores relativos				
<i>Anadenanthera colubrina</i>	59.6	7.533	98	10.7893	24.059	10.583	45.431	15.1
<i>Pisonia zapallo</i>	78	1.7112	104	14.1202	5.4651	11.231	30.8164	10.3
<i>Piptadenia viridiflora</i>	30.4	1.3932	56	5.5033	4.4497	6.0475	16.0005	5.33
<i>Tabebuia lapacho</i>	24	1.9143	48	4.3447	6.1138	5.1836	15.642	5.21
<i>Aspidosperma cylindrocarpon</i>	30.4	1.285	43	5.5033	4.104	4.6436	14.2509	4.75
<i>Myrcianthes pungens</i>	31.6	0.7888	52	5.7205	2.5191	5.6156	13.8552	4.62
<i>Myroxylon peruiferum</i>	21.6	1.7059	41	3.9102	5.4483	4.4276	13.7862	4.6
<i>Chrysophyllum gonocarpum</i>	27.2	0.7206	46	4.924	2.3013	4.9676	12.1929	4.06
<i>Machaerium scleroxylon</i>	15.2	1.3536	26	2.7516	4.323	2.8078	9.8824	3.29
<i>Piptadenia sp</i>	11.6	0.8165	21	2.0999	2.6077	2.2678	6.9754	2.33
<i>Gallesia integrifolia</i>	10	0.8892	18	1.8103	2.8399	1.9438	6.594	2.2
<i>Tipuana tipu</i>	4	1.4879	10	0.7241	4.7521	1.0799	6.5561	2.19
<i>Luehea candicans</i>	14.8	0.5721	17	2.6792	1.8271	1.8359	6.3422	2.11
<i>Chorisia speciosa</i>	8.4	0.8476	14	1.5206	2.707	1.5119	5.7396	1.91
<i>Cordia trichotoma</i>	11.2	0.508	19	2.0275	1.6226	2.0518	5.7019	1.9
<i>Cariniana estrellensis</i>	8.4	0.8197	13	1.5206	2.6179	1.4039	5.5424	1.85
<i>Astronium urundeuva</i>	8	0.6473	16	1.4482	2.0673	1.7279	5.2434	1.75
<i>Diatenopteryx sorbifolia</i>	12	0.2017	21	2.1723	0.6441	2.2678	5.0843	1.69
<i>Capparis flexuosa</i>	8	0.4072	14	1.4482	1.3004	1.5119	4.2605	1.42
<i>Chlorophora tinctoria</i>	7.6	0.3972	13	1.3758	1.2684	1.4039	4.0481	1.35
<i>Croton densiflorus</i>	7.6	0.2948	13	1.3758	0.9415	1.4039	3.7212	1.24
<i>Pentapanax angelicifolius</i>	6.8	0.2564	11	1.231	0.8189	1.1879	3.2378	1.08
<i>Coccoloba tiliaceae</i>	5.6	0.3875	9	1.0138	1.2377	0.9719	3.2233	1.07
<i>Inga marginata</i>	8	0.1302	11	1.4482	0.4157	1.1879	3.0518	1.02
<i>Dilodendron bipinnatifidum</i>	6	0.2391	11	1.0862	0.7636	1.1879	3.0376	1.01
<i>Reichenbachia hirsuta</i>	5.6	0.2672	10	1.0138	0.8535	1.0799	2.9472	0.98
<i>Tabebuia impetiginosa</i>	2.8	0.4404	5	0.5069	1.4064	0.54	2.4532	0.82
<i>Pseudobombax argentinus</i>	2.8	0.4341	5	0.5069	1.3864	0.54	2.4332	0.81
<i>Banara boliviana</i>	5.2	0.098	10	0.9413	0.3129	1.0799	2.3341	0.78
<i>Parapiptadenia excelsa</i>	4.8	0.18	8	0.8689	0.5748	0.8639	2.3076	0.77
<i>Cupania vernalis</i>	4.8	0.1015	10	0.8689	0.3242	1.0799	2.2731	0.76
<i>Banara sp.</i>	5.2	0.1383	7	0.9413	0.4416	0.7559	2.1389	0.71
<i>Calycophyllum multiflorum</i>	4	0.123	9	0.7241	0.3928	0.9719	2.0889	0.7
<i>Prunus integrifolia</i>	4.4	0.111	6	0.7965	0.3546	0.6479	1.7991	0.6
<i>Nectandra angusta</i>	3.6	0.1287	6	0.6517	0.4111	0.6479	1.7108	0.57
<i>Urera baccifera</i>	3.2	0.0472	7	0.5793	0.1506	0.7559	1.4858	0.5
<i>Phyllostylon rhamnoides</i>	3.2	0.108	5	0.5793	0.3451	0.54	1.4643	0.49
<i>Chorisia ventricosa</i>	2	0.138	5	0.3621	0.4409	0.54	1.3429	0.45
<i>Juglans boliviana</i>	0.8	0.2883	2	0.1448	0.9208	0.216	1.2816	0.43
<i>Rollinia herzogii</i>	3.2	0.0477	5	0.5793	0.1524	0.54	1.2717	0.42
<i>Urera caracasana</i>	2.8	0.0551	5	0.5069	0.176	0.54	1.2229	0.41
<i>Tabebuia sp.</i>	2.4	0.0648	5	0.4345	0.2068	0.54	1.1813	0.39
<i>Trichilia clausenii</i>	2	0.02	5	0.3621	0.064	0.54	0.966	0.32
<i>Cedrela fissilis</i>	2	0.0862	3	0.3621	0.2754	0.324	0.9615	0.32
<i>Heliocarpus popayanensis</i>	2	0.0684	3	0.3621	0.2183	0.324	0.9044	0.3
<i>Pisonia ambigua</i>	1.2	0.1205	2	0.2172	0.3848	0.216	0.818	0.27
(mas 32 especies)	28.4	0.9268	58	5.1405	2.9919	6.264	14.3966	4.79
TOTAL	552.4	31.3012	926	99.9993	100	100	300	100

Anexo 9d

Parámetros dasométricos promedios de las especies/ha
Bosque de *Astronium urundeuva*-*Calycophyllum multiflorum*

CODIGO ESPECIE	A	D	F	AR	DR	FR	SUMA-IVI	% IVI
	Valores absolutos			Valores relativos				
<i>Astronium urundeuva</i>	212.6	13.6276	141	30.492	42.4653	19.776	92.7327	30.91
<i>Anadenanthera colubrina</i>	81.7	4.2758	86	11.721	13.3238	12.062	37.1069	12.37
<i>Aspidosperma cylindrocarpon</i>	71.4	1.9043	68	10.246	5.9342	9.5372	25.7172	8.57
<i>Machaerium scleroxylon</i>	44.6	2.7588	48	6.3934	8.5968	6.7321	21.7223	7.24
<i>Pisonia zapallo</i>	39.4	0.945	40	5.6557	2.9446	5.6101	14.2105	4.74
<i>Tabebuia impetiginosa</i>	29.7	1.2978	40	4.2623	4.0442	5.6101	13.9166	4.64
<i>Calycophyllum multiflorum</i>	27.4	1.2679	26	3.9344	3.9509	3.6466	11.5319	3.84
<i>Pseudobombax marginatum</i>	12.6	1.3991	22	1.8033	4.3599	3.0856	9.2487	3.08
<i>Guettarda sp</i>	18.3	0.6064	22	2.623	1.8896	3.0856	7.5981	2.53
<i>Piptadenia viridiflora</i>	13.7	0.4776	19	1.9672	1.4883	2.6648	6.1203	2.04
<i>Myrcianthes pungens</i>	14.3	0.2251	18	2.0492	0.7016	2.5245	5.2753	1.76
Desconocido	17.7	0.2731	13	2.541	0.8511	1.8233	5.2154	1.74
<i>Zanthoxylon naranjillo</i>	10.3	0.1845	16	1.4754	0.5748	2.244	4.2942	1.43
<i>Randia sp</i>	10.9	0.1389	14	1.5574	0.4329	1.9635	3.9538	1.32
<i>Tabebuia lapacho</i>	6.3	0.1862	10	0.9016	0.5803	1.4025	2.8845	0.96
<i>Luehea candicans</i>	6.3	0.1601	10	0.9016	0.4989	1.4025	2.8031	0.93
<i>Pentapanax angelicifolius</i>	4.6	0.2534	6	0.6557	0.7897	0.8415	2.287	0.76
<i>Lithraea ternifolia</i>	5.7	0.1103	7	0.8197	0.3437	0.9818	2.1451	0.72
<i>Trichilia elegans</i>	4.6	0.1219	7	0.6557	0.3798	0.9818	2.0173	0.67
<i>Rollinia sp</i>	4.6	0.0606	8	0.6557	0.1889	1.122	1.9667	0.66
<i>Eugenia uniflora</i>	5.1	0.1018	6	0.7377	0.3173	0.8415	1.8965	0.63
<i>Cordia trichotoma</i>	3.4	0.2242	5	0.4918	0.6987	0.7013	1.8918	0.63
<i>Myrciaria sp</i>	5.1	0.0518	6	0.7377	0.1615	0.8415	1.7407	0.58
<i>Ximenia americana</i>	4	0.0506	6	0.5738	0.1578	0.8415	1.5731	0.52
<i>Myroxylon peruiferum</i>	2.9	0.1374	5	0.4098	0.4281	0.7013	1.5392	0.51
<i>Piptadenia sp</i>	2.3	0.1839	4	0.3279	0.573	0.561	1.4619	0.49
<i>Cupania vernalis</i>	3.4	0.0609	5	0.4918	0.1898	0.7013	1.3829	0.46
<i>Chorisia sp</i>	1.7	0.1881	3	0.2459	0.5862	0.4208	1.2528	0.42
<i>Chrysophyllum gonocarpum</i>	3.4	0.0368	4	0.4918	0.1147	0.561	1.1675	0.39
<i>Dilodendron bipinnatifidum</i>	2.9	0.0334	4	0.4098	0.1042	0.561	1.075	0.36
<i>Banara boliviana</i>	2.3	0.0356	4	0.3279	0.1109	0.561	0.9998	0.33
<i>Sapium sp</i>	1.1	0.1416	2	0.1639	0.4412	0.2805	0.8857	0.3
<i>Parapiptadenia excelsa</i>	1.7	0.0699	3	0.2459	0.218	0.4208	0.8846	0.29
<i>Acacia sp 1</i>	1.7	0.0459	3	0.2459	0.143	0.4208	0.8096	0.27
<i>Zanthoxylon hymeale</i>	1.7	0.0239	3	0.2459	0.0746	0.4208	0.7413	0.25
<i>Enterolobium controtisiliquum</i>	1.7	0.0227	3	0.2459	0.0707	0.4208	0.7374	0.25
<i>Machaerium acutifolium</i>	1.1	0.0636	2	0.1639	0.1982	0.2805	0.6426	0.21
<i>Dyospirus sp</i>	1.1	0.0532	2	0.1639	0.1658	0.2805	0.6102	0.2
<i>Ocotea sp</i>	1.1	0.0501	2	0.1639	0.1562	0.2805	0.6006	0.2
<i>Chlorophora tinctoria</i>	1.1	0.0211	2	0.1639	0.0657	0.2805	0.5101	0.17
<i>Erythroxylon sp</i>	1.1	0.0207	2	0.1639	0.0646	0.2805	0.5091	0.17
<i>Urera caracasana</i>	1.1	0.0126	2	0.1639	0.0392	0.2805	0.4836	0.16
<i>Senna spectabilis</i>	1.1	0.0094	2	0.1639	0.0294	0.2805	0.4738	0.16
<i>Diatenopteryx sorbifolia</i>	1.1	0.009	2	0.1639	0.0281	0.2805	0.4726	0.16
<i>Cinnamomum porphyria</i>	1.1	0.0399	1	0.1639	0.1243	0.1403	0.4285	0.14
<i>Terminalia triflora</i>	1.1	0.0236	1	0.1639	0.0735	0.1403	0.3777	0.13
(mas 8 especies)	5	0.0003	8	0.656	0.3261	1.1224	2.1037	0.7
TOTAL	697.1	31.9864	713	100	100	100	300	99.99

Parámetros dasométricos promedios de las especies/ha
Bosque de *Caesalpinia pluviosa*-*Gallesia integrifolia*

CODIGO ESPECIE	A	D	F	AR	DR	FR	SUMA-IVI	% IVI
	Valores absolutos			Valores relativos				
<i>Capparis prisca</i>	148.5	5.4003	88	32.424	16.234	15.8559	64.5134	21.5
<i>Gallesia integrifolia</i>	45.5	9.4301	60	9.9345	28.348	10.8108	49.0931	16.36
<i>Piptadenia viridiflora</i>	41	2.2679	48	8.952	6.8176	8.6486	24.4182	8.14
<i>Chrysophyllum gonocarpum</i>	25.5	1.6356	43	5.5677	4.9168	7.7477	18.2322	6.08
<i>Tipuana tipu</i>	7.5	3.0213	13	1.6376	9.0822	2.3423	13.0621	4.35
<i>Coccoloba tiliacea</i>	16	2.0041	17	3.4934	6.0244	3.0631	12.5809	4.19
<i>Nectandra angusta</i>	17.5	0.7586	23	3.821	2.2803	4.1441	10.2454	3.42
<i>Myroxylon peruiferum</i>	12	1.1862	21	2.6201	3.5659	3.7838	9.9697	3.32
<i>Caesalpinia pluviosa</i>	14	0.755	23	3.0568	2.2695	4.1441	9.4704	3.16
<i>Pisonia zapallo</i>	16.5	0.2403	25	3.6026	0.7224	4.5045	8.8295	2.94
<i>Persea sp 1</i>	4.5	1.6176	6	0.9825	4.8627	1.0811	6.9263	2.31
<i>Myrcianthes pungens</i>	7	0.1823	14	1.5284	0.548	2.5225	4.5989	1.53
<i>Machaerium scleroxylon</i>	4.5	0.5617	8	0.9825	1.6884	1.4414	4.1124	1.37
<i>Diatenopteryx sorbifolia</i>	6	0.1524	11	1.31	0.458	1.982	3.75	1.25
<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	4	0.4679	7	0.8734	1.4066	1.2613	3.5412	1.18
<i>Piper sp</i>	6.5	0.0795	9	1.4192	0.239	1.6216	3.2798	1.09
<i>Allophylus sp</i>	5.5	0.0882	10	1.2009	0.265	1.8018	3.2677	1.09
<i>Anadenanthera colubrina</i>	3.5	0.3485	7	0.7642	1.0476	1.2613	3.0731	1.02
<i>Inga sp 1</i>	4.5	0.1818	7	0.9825	0.5465	1.2613	2.7903	0.93
<i>Cupania vernalis</i>	5	0.1436	6	1.0917	0.4315	1.0811	2.6043	0.87
<i>Chlorophora tinctoria</i>	3.5	0.1695	7	0.7642	0.5095	1.2613	2.535	0.85
Desconocido	4.5	0.0627	7	0.9825	0.1885	1.2613	2.4323	0.81
<i>Inga saltensis</i>	3.5	0.1597	6	0.7642	0.4799	1.0811	2.3252	0.78
<i>Rollinia sp</i>	3.5	0.0565	7	0.7642	0.1697	1.2613	2.1951	0.73
<i>Piptadenia sp</i>	2.5	0.2836	4	0.5459	0.8524	0.7207	2.119	0.71
<i>Acacia sp 2</i>	4	0.1161	4	0.8734	0.349	0.7207	1.9431	0.65
<i>Myrciaria sp</i>	3	0.0425	6	0.655	0.1276	1.0811	1.8637	0.62
<i>Acacia sp 1</i>	2	0.1697	4	0.4367	0.51	0.7207	1.6674	0.56
<i>Inga marginata</i>	2.5	0.0379	5	0.5459	0.1138	0.9009	1.5605	0.52
<i>Rhamnidium sp</i>	2.5	0.0671	4	0.5459	0.2016	0.7207	1.4681	0.49
<i>Reichenbachia hirsuta</i>	2.5	0.0625	4	0.5459	0.1879	0.7207	1.4545	0.48
<i>Zanthoxylon rhoifolium</i>	2.5	0.0381	4	0.5459	0.1144	0.7207	1.381	0.46
<i>Dendropanax arboreus</i>	2	0.0482	3	0.4367	0.1447	0.5405	1.122	0.37
<i>Ocotea sp</i>	1.5	0.083	3	0.3275	0.2494	0.5405	1.1174	0.37
<i>Schinopsis brasiliensis</i>	1	0.2387	1	0.2183	0.7174	0.1802	1.1159	0.37
<i>Juglans australis</i>	1	0.2169	1	0.2183	0.6519	0.1802	1.0504	0.35
<i>Sapium hamaetospermum</i>	1.5	0.0456	3	0.3275	0.1369	0.5405	1.005	0.33
<i>Aspidosperma australe</i>	1	0.0722	2	0.2183	0.217	0.3604	0.7957	0.27
<i>Piper tucumanensis</i>	1.5	0.0224	2	0.3275	0.0672	0.3604	0.7551	0.25
<i>Trichilia clausenii</i>	1	0.0407	2	0.2183	0.1222	0.3604	0.7009	0.23
<i>Cordia trichotoma</i>	1	0.1005	1	0.2183	0.302	0.1802	0.7005	0.23
<i>Lonchocarpus lilloi</i>	1	0.0341	2	0.2183	0.1025	0.3604	0.6812	0.23
<i>Pisonia ambigua</i>	1	0.0214	2	0.2183	0.0642	0.3604	0.6429	0.21
<i>Senna spectabilis</i>	1	0.0173	2	0.2183	0.052	0.3604	0.6307	0.21
<i>Chorisia speciosa</i>	0.5	0.0737	1	0.1092	0.2214	0.1802	0.5108	0.17
<i>Tabebuia lapacho</i>	0.5	0.0726	1	0.1092	0.2182	0.1802	0.5076	0.17
(mas 21 especies)	11	0.3316	21	2.4023	1.1747	3.7842	7.3602	2.45
TOTAL	458	33.2077	555	100	100	100.001	300.0001	99.97