



Universidad Nacional Agraria
Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente

Trabajo de Graduación

Estudio florístico del estado actual del bosque de galería en la micro cuenca Tomabú, en el municipio La Trinidad, Estelí, Nicaragua.

Trabajo presentado como requisito para optar al título de Ingeniero Forestal

Autor

Br. Zeyda Amparo Talavera Flores

Asesores

Dr. Emilio Enrique Pérez Castellón

Ing. MSc. Glenda del Carmen Bonilla Zúñiga

Managua, Nicaragua

Abril, 2012

Este trabajo de graduación fue evaluado y aprobado por el honorable tribunal examinador designado por la decanatura de la Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente, como requisito parcial para optar al título profesional de:

Ingeniero Forestal

Miembros del tribunal examinador

Dr. Benigno Abraham González Rivas

Presidente

Ing. MSc. Francisco Giovanni Reyes Flores

Secretario

Ing. Álvaro José Noguera Talavera

Vocal

Managua, 13 de Julio del año 2012

ÍNDICE DE CONTENIDO

| SECCIÓN | PÁGINA |
|---|--------|
| DEDICATORIA | i |
| AGRADECIMIENTOS | ii |
| INDICE DE CUADRO | iii |
| INDICE DE FIGURAS | iv |
| INDICE DE ANEXOS | v |
| RESUMEN | vi |
| ABSTRACT | vii |
| I. INTRODUCCIÓN | 1 |
| II. OBJETIVOS | 2 |
| III. MATERIALES Y MÉTODOS | 3 |
| 3.1 Ubicación y descripción de la microcuenca Tomabú | 3 |
| 3.1.1 Ubicación geográfica | 3 |
| 3.1.2 Uso actual del suelo | 4 |
| 3.1.3 Vegetación | 4 |
| 3.1.4 Hidrología | 4 |
| 3.1.5 Suelos | 5 |
| 3.1.6 Condición climática | 6 |
| 3.1.7 Características topografía | 7 |
| 3.2 Diseño metodológico | 7 |
| 3.2.1 Etapa de planificación del inventario forestal | 8 |
| 3.2.2 Etapa del trabajo de campo | 8 |
| 3.2.3 Etapa de gabinete | 12 |
| IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 19 |
| 4.1 Composición florística de las especies con $DAP \geq 10$ cm | 19 |
| 4.1.2. Riqueza o número de especies con $DAP \geq 10$ cm | 20 |
| 4.1.2 Diversidad de la vegetación con $DAP \geq 10$ cm | 23 |
| 4.1.3 Distribución diamétrica de los árboles $DAP \geq 10$ cm | 24 |
| 4.1.4 Abundancia de individuos con $DAP \geq 10$ cm | 26 |
| 4.2 Dominancia de individuos con $DAP \geq 10$ cm | 26 |

| | |
|---|----|
| 4.2.3 Frecuencia de individuos con $DAP \geq 10$ cm | 27 |
| 4.2.4 Índice de valor de importancia de las especies con $DAP \geq 10$ cm | 28 |
| 4.2 Estado silvicultural de la vegetación con $DAP \geq 10$ cm, del bosque de galería en la microcuenca Tomabú. | 29 |
| 4.2.1 Calidad de fuste | 29 |
| 4.2.2 Iluminación | 31 |
| 4.2.3 Lianas | 32 |
| 4.2.4 Vigorosidad | 34 |
| 4.4 Composición florística de las especies con $DAP < 10$ cm | 35 |
| 4.4.1 Riqueza y abundancia de especies de la regeneración natural | 36 |
| 4.4.2 Diversidad de especies de la regeneración natural | 37 |
| | |
| V. CONCLUSIONES | 38 |
| | |
| VI. RECOMENDACIONES | 39 |
| | |
| VII. LITERATURA CITADA | 43 |
| | |
| ANEXOS | 43 |

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado primeramente a Dios porque es el motor que impulsa mi vida y sin él simplemente no soy nada.

A mi Madre el ser más importante para mí, el más sincero amor que tengo, después de Dios y por ser el mejor ejemplo de lucha y entrega para mí.

Especialmente a la memoria de mi Tía Sara Benavides (q.e.p.d.) y mi abuela Amparo Flores (q.e.p.d.) que al igual que yo soñaron con verme convertida en una profesional.

Y sin duda alguna a los 5 hombres más importantes de mi vida, mi Padre Jerónimo Talavera por ser tan especial conmigo y a mis hermanos: Asdrúbal que le cuesta expresar lo que siente, pero cuando de mi se trata solo palabras llenas de motivación y ánimo para salir adelante me expresa, Oscar que con su temperamento y su forma de decir las cosas me ha enseñado mucho, finalmente a mis hermanos menores Enrique y Raúl de quienes nunca me he separado y siempre han estado conmigo en las buenas y en las malas, para ellos he procurado ser un ejemplo.

AGRADECIMIENTOS

Mis más sinceras muestras de agradecimiento al proyecto **PIMCHAS** por el apoyo económico ofrecido para la realización de este trabajo.

A mis asesores Dr. Emilio Pérez y MSc. Glenda Bonilla por incluirme en el proyecto para realizar la investigación, el documento y finalmente con esto obtener mi título.

A mis amigos y docentes Ing. Carmen Castillo Cerna e Ing. Antonio Avilés Silva por sus muestras de cariño e incondicional apoyo para la elaboración del documento. También a la profesora Emelina Tapia y Claudio Calero por la información brindada.

A los docentes que con tanto empeño me transmitieron todo su conocimiento.

A Pedro Armada por su bondad, cariño y por haberme proporcionado una herramienta muy importante hoy en día para la realización de mi trabajo documental.

Con todo mi cariño agradezco a Luz Aura Pérez por demostrarme en cada momento su afecto y amistad.

A mis compañeros de clase con los cuales pasé momentos muy gratos y forman parte importante en mi vida.

INDICE DE CUADRO

| CUADRO | PÁGINA |
|--|---------------|
| 1. Lista de especies con $DAP \geq 10$ cm | 21 |
| 2. Índices de diversidad de especies en 5 microcuencas. Proyecto UNA / CARE-MARENA-PIMCHAS, 2011 | 23 |
| 3. Diversidad de especies mayores con $DAP \geq 10$ cm de DAP | 24 |
| 4. Índice de Valor de Importancia (IVI) para la vegetación con $DAP \geq 10$ cm encontradas en el bosque de galería. | 29 |
| 5. Lista de especies de la regeneración natural. | 35 |
| 6. Diversidad de especies de la regeneración natural | 37 |

INDICE DE FIGURAS

| FIGURA | PÁGINAS |
|---|----------------|
| 1. Ubicación geográfica de la microcuenca Tomabú, La Trinidad, Estelí | 3 |
| 2. Metodología utilizada en el bosque ripario de la microcuenca Tomabú. | 7 |
| 3. Mapa de ubicación de las parcelas de muestreo. | 10 |
| 4. Diseño y tamaño de las parcelas. Microcuenca Tomabú, La Trinidad-Estelí, 2011. | 10 |
| 5. Distribución por clase diamétrica de los árboles mayores de 10 cm por hectárea encontrados en Bosque de galería. | 25 |
| 6. Distribución del número de individuos por calidad de fuste. | 31 |
| 7. Distribución del número de individuos por categoría de iluminación. | 32 |
| 8. Distribución del número de individuos por categorías de infestación por lianas. | 33 |
| 9. Distribución del número de individuos por categoría de vigorosidad. | 34 |
| 10. Riqueza y abundancia de especies de la regeneración natural. | 36 |

INDICE DE ANEXOS

| ANEXO | PÁGINAS |
|---|---------|
| 1. Formato para la toma de datos dasométricos y silviculturales de la vegetación arbórea mayor de 10 cm y regeneración natural en el bosque ripario. | 44 |
| 2. Listado de árboles encontrados en el bosque de galería en la microcuenca Tomabú. | 45 |
| 3. Distribución diamétrica del número de árboles mayores a 10 cm de diámetro del bosque de galería de la microcuenca Tomabú y el bosque de galería de la Hacienda las Mercedes. | 46 |
| 4. Número de individuos < 10 cm encontrados en las tres partes altitudinales del bosque de galería de la microcuenca Tomabú | 46 |

RESUMEN

El presente trabajo se realizó en la microcuenca Tomabú ubicada en el municipio La Trinidad Departamento de Estelí, a través del convenio de la Universidad Nacional Agraria con el proyecto CARE/MARENA/PIMCHAS, como parte de los estudios de Experimentación Científica, con la perspectiva de mejorar las condiciones ambientales de la microcuenca y con especial énfasis en el recurso bosque. El propósito del estudio fue realizar un estudio florístico del estado actual del bosque de galería, a través de un inventario forestal y registro de las características silviculturales del bosque, que permitan valorar el estado en que se encuentra la vegetación. La metodología utilizada fue el diseño y aplicación del inventario forestal en un área muestreada de 0.28 ha (inventario sistemático con parcelas de 0.01 ha cada una, con una intensidad de muestreo 0.89%). La composición florística en cuanto a la abundancia se encontró un total de 69 individuos mayores a 10 cm, la riqueza la conforma un total de 33 especies arbóreas, representadas por 22 familias botánicas. La regeneración natural (área muestreada 0.0028) representada por 4 familias botánicas, 7 especies con promedio de 2857.14 plantas/ha menores a 10 cm de DAP. La diversidad de especies según los índices de Shannon y Simpson, fue mayor en la parte alta y menor en la baja de la microcuenca, siendo las diferencias, significativa para el índice de Shannon-Wiener ($t= 0.01$, $p< 0.006$). La mayoría de los individuos presentan diámetros de 10 a 20 cm en las tres partes de la microcuenca. Según las categorías silviculturales en el bosque de galería la mayoría de los árboles, presentan buenas condiciones. Las especies con mayor peso ecológico son *Bursera simarouba* (Jiñocuabo), *Luehea candida* (Guácimo de molenillo), *Karwinskia calderonii* (Miligüiste), *Guazuma ulmifolia* (Guácimo de ternero) y *Cordia alliodora* (Laurel).

Palabras clave: Microcuenca, Inventario, Composición Florística, Bosque de galería, regeneración natural.

ABSTRACT

This work was done in the micro basin Tomabú located in the municipality of La Trinidad, Department of Estelí, through an agreement with the Agrarian University of Nicaragua (UNA) the CARE/ MARENA/PIMCHAS as part of the Scientific Experimental studies with a view to improve environmental conditions in the micro basin, with special emphasis on the forest resource. The purpose of this study was to conduct a floristic study of the current state of the gallery forest, through a forest inventory and registration of forest silvicultural characteristics, which allow assessing the current state of the vegetation. The methodology used was the design and implementation of forest inventory in a sampled area of 0.28ha (systematic inventory plots of 0.01 ha each one, with a sampling intensity of 0.89%). The floristic composition in terms of abundance was found a total of 69 individuals stem over 10cm, the wealth is composed of a total of 33 tree species represented by 22 botanical families. Natural regeneration (area sampled 0.0028) represented by 4 botanical families, 7 species with an average of 2857.14 plants/ ha less than 10 cm DBH. The diversity of species according to Shannon and Simpson indices were higher in the upper part of the micro basin and lower in the lower part of the micro basin, the differences being significant for the Shannon-Wiener ($t=0.01, p<0.006$). Most individuals have diameters of 10 to 20 cm in the three parts of the micro basin. According to the silvicultural categories in the gallery forest most trees are healthy. The most common ecological species are *Bursera simarouba*, *Luehea candida*, *Karwinskia calderonii*, and *Cordia alliodora*, *Guazuma ulmifolia*.

Keywords: Micro basin, Inventory, Floristic Composition, gallery forest, natural regeneration.

I. INTRODUCCIÓN

La base de un estudio florístico corresponde a una descripción de la vegetación arbórea igual o mayor a los 10 cm de DAP y la regeneración natural del área de influencia, a través de este se obtiene información de cómo se encuentra el ecosistema forestal, la cual se puede utilizar para diferentes enfoques de investigación y manejo del recurso forestal.

El estudio de la vegetación arbórea permite que se conozcan las condiciones ecológicas, ambientales en las que se encuentra el bosque y las transformaciones que este pueda sufrir en el tiempo.

El bosque de galería se refiere a las coberturas constituidas por vegetación arbórea ubicada en los márgenes de cursos de agua permanente o temporal, funcionan como corredor biológico conectados con reservas donde habita la fauna silvestre y los ecosistemas acuáticos, sirviendo de sustento y belleza escénica para la población. Igualmente, estas áreas se encuentran entre los ecosistemas ecológicos más complejos de la biosfera y también de los más importantes para mantener la vitalidad del paisaje y sus ríos dentro de las cuencas hidrográficas. El papel que juega el bosque de galería es retardar y reducir la escorrentía superficial, atrapando los sedimentos y otros contaminantes que se desprenden de los suelos descubiertos o suelos de cultivos, protegiendo los cuerpos de agua, y aumentando la infiltración en las áreas de inundación, por acción de las raíces de las plantas que crecen en estas áreas (Arcos, 2005).

La presente tesis se realizó con el fin de conocer el grado de deterioro en que se encuentra el bosque de galería de la microcuenca Tomabú, considerando las diferencias que existen entre la parte alta, media y baja del bosque. Esta información es de mucha importancia para proyectos con perspectivas de mejorar las condiciones ambientales de la microcuenca, ya que le permitirá conocer cual es el área mas degradada de la microcuenca (parte alta, media y baja) y que necesita ser rehabilitada, así mismo será de mucha ayuda para futuros tesisistas que deseen seguir la misma línea de investigación.

II. OBJETIVOS

Objetivo General

Evaluar el estado de la composición florística del bosque de galería en la Microcuenca Tomabú en el municipio La Trinidad, departamento de Estelí, para la conservación del mismo.

Objetivo Específico

1. Determinar la estructura diamétrica en que se encuentra la vegetación arbórea en el bosque de galería, para identificar el estado actual de las especies y el desarrollo del bosque.
2. Evaluar el estado silvicultural de la vegetación arbórea existente en el bosque de galería, para su conservación.
3. Valorar las diferencias en la diversidad de especies arbóreas existentes en el bosque de galería, por tipo de toposecuencia de la cuenca.
4. Identificar las especies con mayor importancia ecológica en el bosque de galería en la microcuenca Tomabú, con el fin de proponer acciones de conservación.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ubicación y descripción de la microcuenca Tomabú

3.1.1 Ubicación geográfica

La microcuenca Tomabú esta ubicada en la parte media de la subcuenca del río Viejo a 6 Kilómetros al noroeste del municipio La Trinidad, en el departamento de Estelí (Figura 1), con una altitud que varía entre 674 y 1,444 msnm, forma parte importante de La Reserva Natural Tomabú, tiene una extensión de 36,766 Km² (FIDER, 2008).

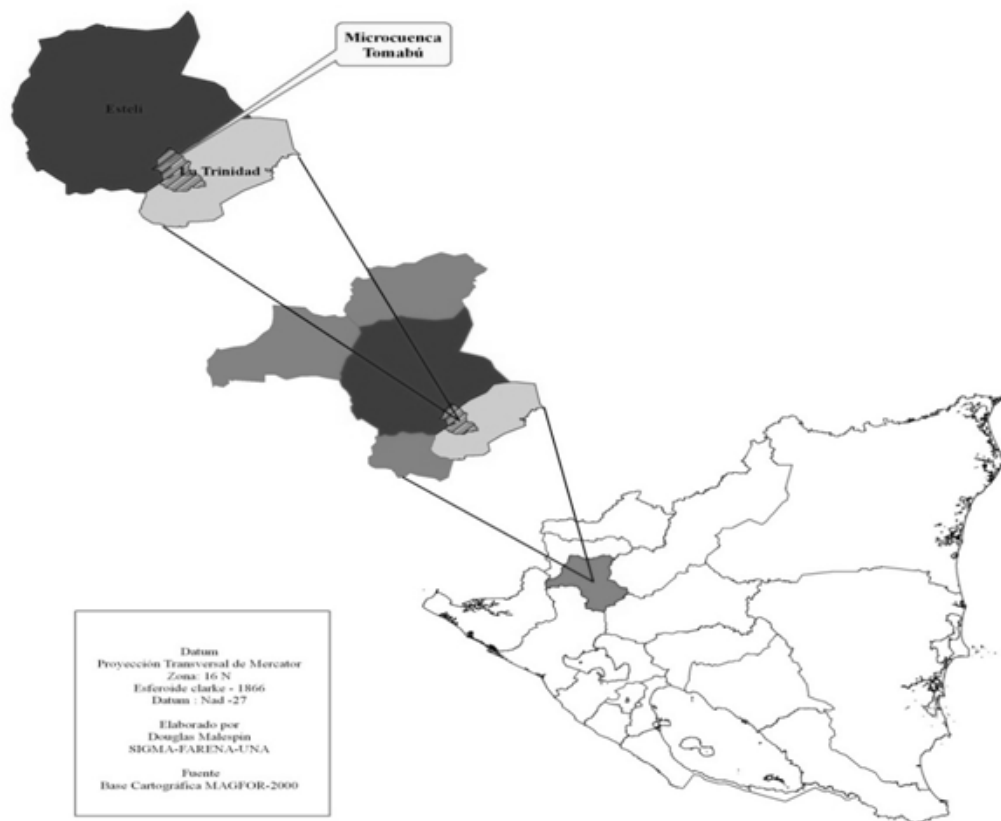


Figura 1. Ubicación geográfica de la microcuenca Tomabú, La Trinidad, Estelí.

3.1.2 Uso actual del suelo

La microcuenca Tomabú ha sufrido transformaciones, debido a que un 57% de los suelos se encuentran sobre utilizados por un manejo inapropiado diferente a su capacidad de uso, lo que ha provocado el agotamiento de nacientes de agua y quebradas en toda la microcuenca (FIDER, 2009).

De acuerdo al mapa de uso actual del suelo de la parte media de la subcuenca del río viejo, escala 1:50000, se identifican cuatro categorías de uso, con predominio de pastos con malezas distribuidos en toda la microcuenca.

En la actualidad la microcuenca Tomabú cuenta con un bosque mixto, bosque de pino, café con sombra todos estos dispersos en áreas parciales y centros poblados localizados en áreas pequeñas de la microcuenca. (MAGFOR, 2000)

3.1.3 Vegetación

De acuerdo con el sistema de clasificación de zonas de vida de Holdridge (1967), se identificaron zonas de vida las que comprenden dos tipos de bosques: bosque montano bajo subtropical húmedo (bh-MBS) el cual se encuentra en un área parcial de la microcuenca y bosque subtropical húmedo (bh-S) siendo este último el que más predomina (MARENA/PIMCHAS, 2009)

3.1.4 Hidrología

La microcuenca presenta un índice de Gravelius mayor que 1 lo que significa que la forma de la microcuenca es ovalada, con bajos riesgos de inundación. La pendiente está directamente relacionada con la infiltración y/o la escorrentía superficial; en lugares donde la pendiente es baja existe mayor posibilidad de infiltración y en lugares con pendientes altas se favorece la escorrentía superficial. (Villón, 2004).

El periodo lluvioso se presenta de forma irregular con altas y bajas precipitaciones produciéndose fuertes escorrentías dando lugar a procesos de erosión, sedimentación de las quebradas, baja infiltración, escasez de agua en cantidad y calidad en época de verano e incremento de la vulnerabilidad de las familias (FIDER, 2008).

3.1.5 Suelos

Según la clasificación de los suelos la cual fue tomada del mapa de órdenes de suelo del MAGFOR, (2000) y descripción taxonómica a nivel de órdenes realizadas por INETER (2004).

Los suelos en la microcuenca Tomabú están clasificados por la influencia del clima, relieve, roca madre, vegetación, organismos vivos y el tiempo. Tienen una textura franco arcilloso a franco arenoso, con niveles de profundidad y fertilidad muy variados. En cuanto a su origen se agrupan en dos órdenes edáficos: a) Molisoles Se caracterizan por ser suelos minerales con estado de desarrollo (incipiente, joven o maduro). Con un horizonte superficial (epipedón móllico) de color oscuro, rico en humus, bien estructurado, suave en seco y un subsuelo de acumulación de arcilla iluvial (un horizonte argílico, o un horizonte cámbico cargado de arcilla); de poco profundos a muy profundos, fertilidad de baja a alta. El drenaje interno del suelo es de muy pobre a bien drenado, el nivel freático se encuentra bastante superficial durante la estación lluviosa en algunas áreas.

Considerando las características edafológicas y climáticas, en pendientes con rango de 0–15% y tomando las debidas medidas de conservación y manejo, estos suelos son aptos para cultivos como: algodón, ajonjolí, maní, maíz, sorgo, arroz, caña de azúcar. En suelos con pendientes de 15–30%, es apropiado el establecimiento de cultivos como pastos, piña, algunos frutales, silvopasturas, agroforestería y bosques. Los suelos con pendientes de 30–50% son para bosques de explotación, bosques de protección, bosque de conservación y para agroforestería. Suelos con pendientes >50% son apropiados únicamente para bosques de protección y conservación de la flora y fauna.

b) Inceptisoles: Son suelos minerales de desarrollo incipiente, de poco profundos a muy profundos; el horizonte superficial es de color claro (epipedón ócrico) o de color oscuro (epipedón úmbrico) y el subsuelo tiene un horizonte alterado (horizonte cámbico); de textura franco arenosa muy fina a arcillosa, con estructura de suelo o ausencia de estructura de roca por lo menos en la mitad del volumen. El drenaje natural interno de estos suelos varía de muy pobre a bien drenados y el nivel freático de muy superficial a muy profundo; con inundaciones ocasionales o prolongadas durante las épocas lluviosas.

Se considera que son aptos para el cultivo de cacao, maní, maíz, ajonjolí, hortalizas, banano, plátano, piña, café, cítricos y otros frutales. En casos de susceptibilidad a erosión se recomienda para bosques y en pendientes mayores del 50% para protección de flora y fauna.

3.1.6 Condición climática

En la microcuenca no hay estación meteorológica, por lo que no existen registros específicos en el área, ante esta situación la información se tomó del mapa de precipitación de Nicaragua (MAGFOR, 2000).

En la microcuenca la precipitación es del tipo bimodal, comprende una época seca que va de noviembre a abril y una lluviosa de mayo a octubre. Las precipitaciones oscilan entre 800 a 1200 mm por año.

La temperatura media anual varía de templada a fresca, identificando tres rangos que se encuentran entre <20 °C y 24 °C. La temperatura es inversamente proporcional con la altitud, es decir, que a mayor altitud existe una menor temperatura. En la microcuenca el rango de temperatura que predomina es de 20 °C a 22 °C.

La humedad relativa está definida por los regímenes de radiación solar, viento, precipitación y temperatura del aire. La microcuenca presenta valores promedios de humedad relativa de 63%, pudiendo alcanzar valores superiores en la época lluviosa.

3.1.7 Características topografía

La pendiente va en función del relieve, predomina el rango de pendiente entre 15 – 30%, clasificado como un relieve “ondulado”. Así mismo, podemos observar que el área de la microcuenca se encuentra comprendida entre relieves que van desde ondulados hasta fuertemente escarpados y categorías de pendientes desde los 15% hasta 45%, relieve moderadamente ondulados, con pendientes respectivas entre 8 y 15% lo que indica que existe peligro de erosión de los suelos. (MAGFOR, 2000)

3.2 Diseño metodológico

El estudio se realizó en tres etapas metodológicas (Figura 2) que proporcionó el cumplimiento de los objetivos planteados.

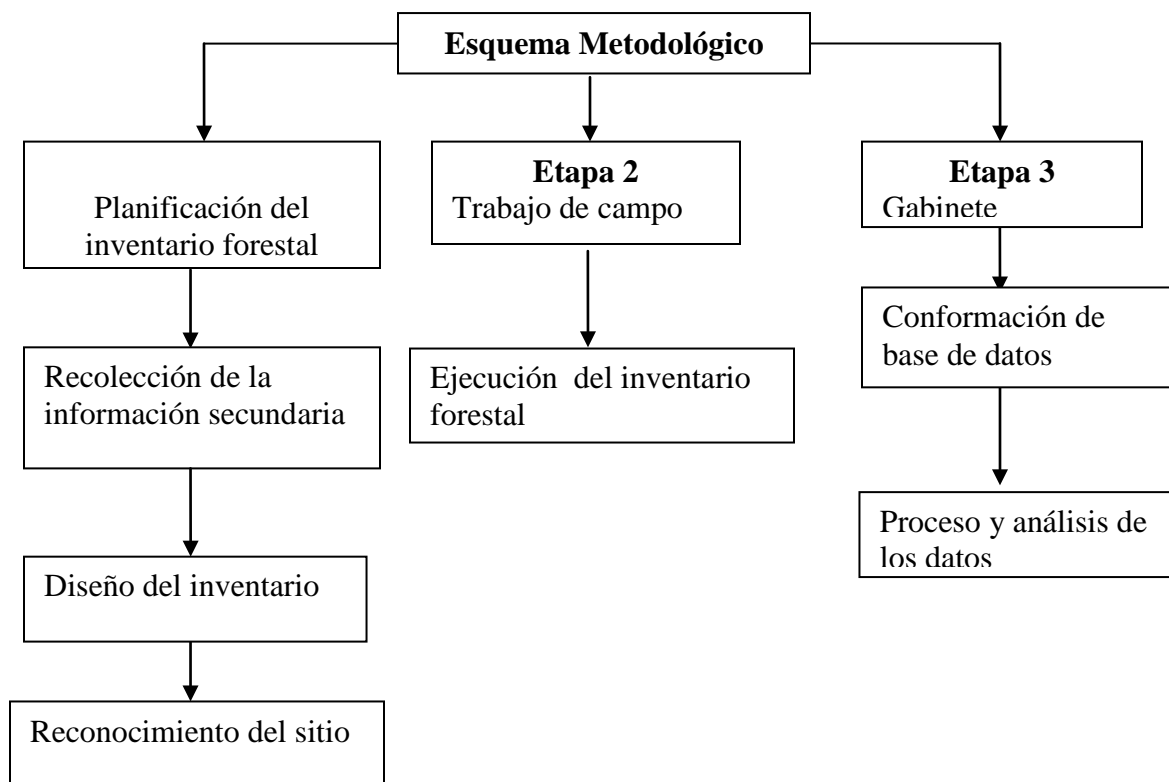


Figura 2. Metodología utilizada en el bosque ripario de la microcuenca Tomabú.

3.2.1 Etapa de planificación del inventario forestal

Recolección de información

Para la realización del estudio se recolectó información haciendo uso de los documentos elaborados por el FIDER (organismo socio del proyecto CARE/MARENA/PIMCHAS), tales como: el proyecto “Fortalecimiento de capacidades de hombres y mujeres para el manejo de los recursos naturales de la microcuenca Tomabú, en la parte media subcuenca Río Viejo”, (período: 2009-2011), presentado a CARE/MARENA/PIMCHAS. También se tomó información proveniente del centro de documentación CENIDA-UNA.

Las parcelas previamente a ser establecidas y georeferenciadas se plasmaron en el mapa de la microcuenca, con el fin de tener una orientación de cómo debían quedar instaladas dichas parcelas, esto se hizo a través del Software Arcview 3.1

Reconocimiento del sitio

Conociendo información previa acerca de la microcuenca, se estipuló visitar el bosque de galería, mediante un recorrido a lo largo del río. Con el propósito de visualizar la representación del escenario de la vegetación y conocer claramente la situación de los recursos naturales del área de interés a fin de fortalecer los objetivos planteados.

3.2.2 Etapa del trabajo de campo

Sistema de muestreo

El muestreo empleado fue el sistemático que consiste en efectuar estimaciones o contabilizar la vegetación tanto arbórea como arbustiva dentro de un bosque, con un error y una probabilidad conocida, mediante el establecimiento de parcelas o unidades de muestreo distribuidas convenientemente sobre el rodal a evaluar, en forma sistemática, ya sea tomando de referencia una línea base y sus líneas de inventario equidistantes. (CATIE, 2002).

Número de parcelas

En total se establecieron 28 parcelas con distancia de 400 metros entre parcelas y un margen a ambos lados del espejo de agua de 15 metros, tomando como transecto la ribera del río Quebrada Grande compuesto por dos afluentes.

El número de parcelas varía de acuerdo a la longitud de cada afluente: en el afluente 1 quedaron establecidas 20 y en el afluente 2 se establecieron 8 (figura 3).

La microcuenca Tomabú fue dividida en tres partes: alta, media y baja. De las 28 parcelas establecidas, 7 parcelas quedaron establecidas en la parte alta de la microcuenca, en el afluente 1 y 3 parcelas en el afluente 2, de estas una parcela se encuentra sin vegetación arbórea en el afluente 1. En la parte media quedaron establecidas 6 parcelas en el afluente 1 y 3 parcelas en el afluente 2, una parcela se encuentra sin vegetación arbórea en el afluente 1 y dos parcelas sin vegetación en el afluente 2. En la parte baja quedaron establecidas 7 parcelas en el afluente 1 y 2 en el afluente 2, de estas 3 parcelas se encuentran sin vegetación arbórea. Para un total de 7 parcelas sin vegetación arbórea existente, sólo cultivo y 21 parcelas con vegetación arbórea.

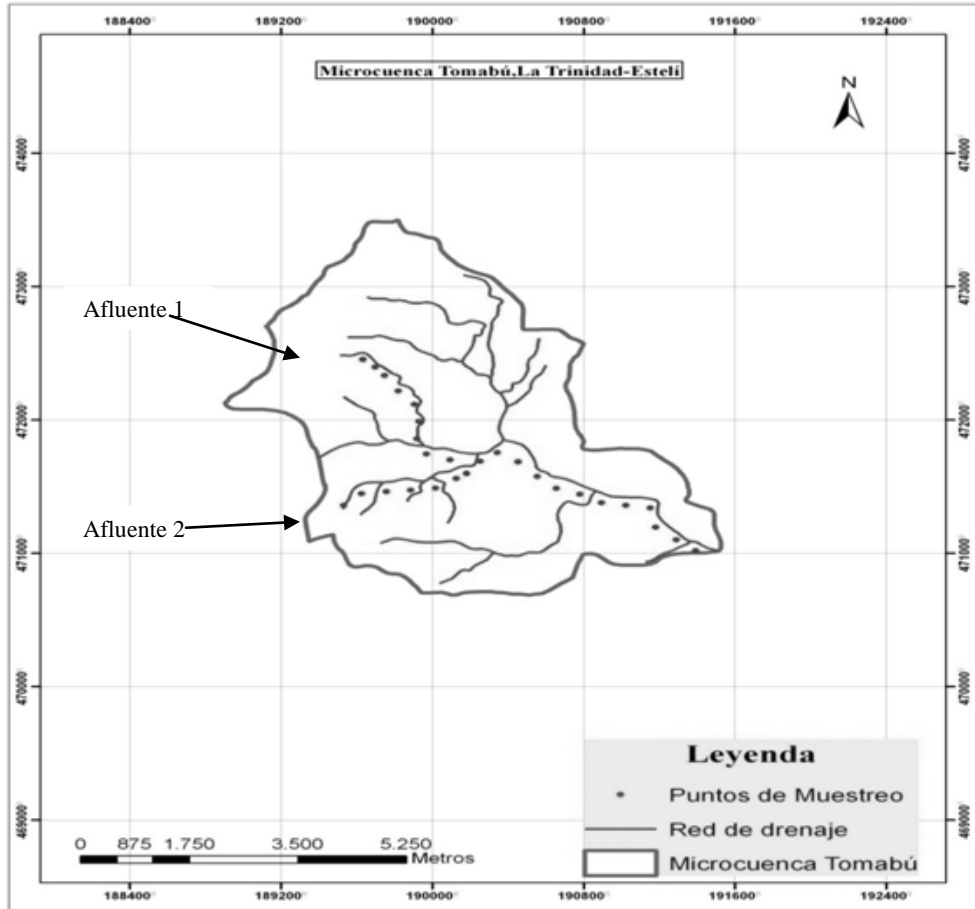


Figura 3. Mapa de ubicación de las parcelas de muestreo.

Tamaño de las parcelas

El muestreo de la vegetación se logró con el establecimiento de parcela de 10 m x10 m (100 m²) equivalente a 0.01 ha cada una (Figura 4). En cada una de estas parcelas se estableció una subparcela de 1 m², la cual se estableció totalmente al azar.

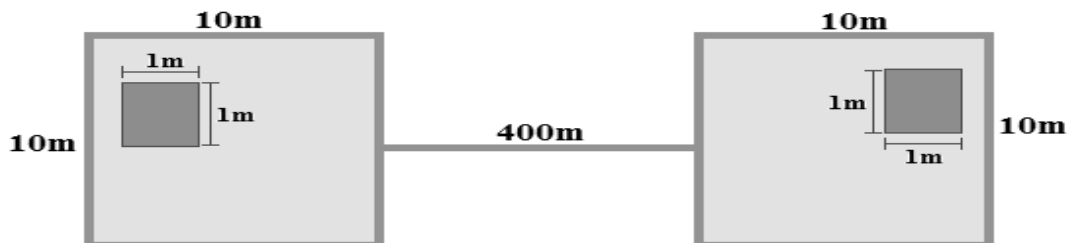


Figura 4. Diseño y tamaño de las parcelas.

La ventaja del sistema de muestreo empleado fue la rapidez del establecimiento de las parcelas, debido a la distancia utilizada entre parcela y parcela.

Intensidad de muestreo del inventario

La longitud del afluente 1 es de 7600 metros y la del afluente 2 es de 2800 metros, la sumatoria de esto dio como resultado 10400 metros por 30 metros que es la sumatoria del margen utilizado a cada extremo del río, cuyo producto resulto 312000 m² entre 10000 m², de esta manera se obtuvo el área total del bosque 31.2 ha, a partir de este dato se aplicó la fórmula propuesta por CATIE (2002):

$$\mathbf{Anm = Tp \times Cp}$$

Donde:

Anm= área neta muestreada

Tp= tamaño de la parcela

Cp= cantidad de parcelas

$$\mathbf{IM\% = (Anm/At) \times 100 \%$$

Donde:

IM= Intensidad de muestreo

At= área total

Obteniendo como resultado 0.89 % para arboles mayores a los 10 cm de DAP y 0.089 % en la regeneración natural.

Levantamiento de los datos

Para el levantamiento de los datos se utilizó un formato de campo en el cuál se anotó la información de interés. (Anexo 1)

La información tomada fue la vegetación arbórea con diámetros a partir de 10 cm, en parcelas de 0.01 ha. Dentro de cada una de las parcelas de 10m x 10m se estableció una sub parcela de 1 m², para evaluar la regeneración natural.

Los equipos a utilizar en el inventario fueron: GPS, cinta métrica, cinta diamétrica, clinómetro suunto, cinta biodegradable, estaca de madera, machete, tabla de campo, lapiceros, formato de campo y cámara fotográfica marca Sony/Cyber-shot, para fotografiar escenas de interés a lo largo y ancho del río.

3.2.3 Etapa de gabinete

Variables evaluadas para la vegetación arbórea mayor de 10 cm de diámetro

- a. **Diámetro a la altura del pecho (cm):** Se refiere a la medición del árbol normalmente a 1.30 m del nivel del suelo, para lo cual se utiliza la cinta diamétrica o forcípula.
- b. **Altura total (m):** Distancia vertical entre el nivel del suelo y el extremo superior del árbol, medida con clinómetro suunto.
- c. **Estado silvicultural:** Es el estado fitosanitario en el que encuentra un árbol, este se realizó a través de las variables silviculturales:

Calidad de fuste: Estado fitosanitario y rectitud en que se encuentre el fuste (Serrano y Toledo, 2003).

Categoría de fuste 1: Fuste recto, sin nudos, sin daños es un fuste de buena calidad

Categoría de fuste 2: Fuste con alguna curvatura, sin daño evidente, sin nudos

Categoría de fuste 3: Fuste curvo o podrido, con daño evidente, deformado.

Infestación por lianas: se refiere al grado de infestación por lianas (plantas trepadoras y alargadas propias de las selvas tropicales) en el que se encuentra un árbol (Serrano y Toledo, 2003).

Categoría 1: sin lianas

Categoría 2: lianas en el fuste

Categoría 3: lianas en la copa

Categoría 4: lianas en fuste y copa

Categoría de iluminación: Tiene que ver con la influencia de la luz solar de los diferentes estratos del bosque donde se encuentran ubicados los individuos. Se tomó en cuenta las categorías de iluminación (Serrano y Toledo, 2003).

Categoría 1: iluminación vertical lateral plena

Categoría 2: iluminación vertical plena

Categoría 3: iluminación vertical parcial

Categoría 4: solo iluminación oblicua

Categoría 5: sin ninguna iluminación directa

Vigorosidad: Manifestación de adaptación del árbol al medio en que se desarrolla.

Categoría de vigorosidad 1: Buen follaje y buena vitalidad aparente, sin daño que afecte su crecimiento.

Categoría de vigorosidad 2: Baja vitalidad aparente que podría comprometer su crecimiento.

Categoría de vigorosidad 3: Casi muerto (Hutchinson (1993)).

Procesamiento y análisis de los datos

El procesamiento y análisis de los datos obtenidos en el campo se realizó a partir de la base de datos elaborada haciendo uso del programa Microsoft Excel y los índices de diversidad (índices de Shannon y Simpson) se calcularon con el programa Past.

- a) **Número de árboles por hectáreas:** El cálculo del número de árboles por hectárea se hizo en base a la fórmula:

$$Na/ha = \frac{1}{(Np) * (Tp)} * Ne$$

Donde:

Na/ha: número de árboles por hectárea

Np: número de parcelas

Tp: tamaño de la parcela

Ne: número de árboles encontrados durante el inventario. Noguera *et al* (2007)

b) **Área basal (m²):** Es el área en metros cuadrados del corte transversal de un árbol a la altura del pecho, es decir, a 1,30 m. Se obtuvo aplicando la formula: **AB= 0.7854*d²** Prodan *et al* (1997).

c) **Clases diamétricas:** Es la clasificación por categoría de dimensión de diámetro, la cual se logró a través de la formula: **N° CD= (DM-Dm) / AC** Prodan *et al* (1997).

d) Índices de diversidad de especies

Pretenden resumir la riqueza y la uniformidad del bosque en una expresión sencilla.

Es importante tener en cuenta que la utilización de estos índices aporta una visión parcial, pues no dan información acerca de la distribución espacial de las especies, aunque sí intentan incluir la riqueza y la equidad.

Los índices más apropiados para medir diversidad de especies presentes en el bosque, según su estructura, son el índice de Simpson y de Shannon; por su sencillez y fácil comprensión (Moreno, 2001)

Índice de Shannon – Wiener

Se encarga de medir la distribución de la abundancia de las especies, es decir, cómo de uniforme es un ecosistema. Asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra. Adquiere valores de cero cuando hay una sola especie y logaritmo de S cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos (Moreno, 2001).

Ecuación del índice de Shannon

$$H = - \sum_{i=1}^s [(ni/n) \ln (ni/n)]$$

Donde:

n_i = número de individuos que pertenecen a la i th de las especies en la muestra

n =número total de individuos en la muestra

El análisis empleado de t de student para probar la hipótesis nula de la diversidad, medida con el índice de Shannon se utilizó el procedimiento de Hutcheson en 1970, (Moreno, 2001).

Para cada muestra se calcula el índice de diversidad ponderado (H_p) en función de la frecuencia de cada especie:

$$H_p = \frac{(N \log N) - (\sum f_i \log f_i)}{N}$$

Donde:

f_i = frecuencia (numero de individuos) registrada para la especie i

Para cada muestra se calculo la varianza del índice de diversidad ponderado:

$$\text{Var} = \frac{[\sum f_i \log^2 f_i - (\sum f_i \log f_i)^2] / N}{N^2}$$

Se calcula la diferencia de las varianzas de ambas muestras:

$$D_{\text{var}} = \sqrt{\text{var}_1 + \text{var}_2}$$

Se obtiene el valor de t

$$t = \frac{H_{p1} - H_{p2}}{D_{\text{var}}}$$

Cálculos de los grados de libertad

$$g.l = \frac{(\text{var}_1 + \text{var}_2)^2}{(\text{var}_1^2 / N_1) + (\text{var}_2^2 / N_2)}$$

Al final se busca en las tablas estadísticas el valor de la distribución de t para los grados de libertad, resultante de la aplicación de las formulas y según su valor se rechaza o acepta la hipótesis nula.

Índice de Simpson

Esta fuertemente influido por la importancia de especies más dominantes. Se parte de la base de que un sistema es más diverso cuanto menos dominancia de especies hay, y la distribución es más equitativa (Moreno, 2001).

Simpson (1949) desarrolló un estimador insesgado para muestreos en poblaciones infinitas Se calcula mediante la fórmula:

$$\hat{\lambda} = \sum_{i=1}^S n_i(n_i - 1)/n(n-1)$$

Donde:

n_i = número de individuos que pertenecen a la i th de las especies en la muestra

n =número total de individuos en la muestra

a. Análisis estructural: El análisis estructural, se hizo con el propósito de evaluar el comportamiento de los árboles individuales por especies. A través de índices que expresan la ocurrencia de las especies, lo mismo que su importancia ecológica dentro del ecosistema, es el caso de las abundancias, frecuencias y dominancias, cuya suma relativa genera el Índice de Valor de Importancia. Para los cuales se utilizaron los métodos de cálculos siguientes:

b. Abundancia. Hace referencia al número de individuos por hectárea y por especie en relación con el número total de individuos. Se distingue la abundancia absoluta (número de individuos por especie) y la abundancia relativa (proporción de los individuos de cada especie en el total de los individuos del ecosistema) (Alvis, 2009).

Abundancia absoluta (Aba) = número de individuos por especie con respecto al número total de individuos encontrados en el área de estudio (n_i)

Abundancia relativa (Ab%)

$$Ab\% = (n_i / N) \times 100$$

Donde:

n_i = Número de individuos de la i ésima especie

N = Número de individuos totales en la muestra

c. Frecuencia. Permite determinar el número de parcelas en que aparece una determinada especie, en relación al total de parcelas inventariadas, o existencia o ausencia de una determinada especie en una parcela.

La frecuencia absoluta se expresa como un porcentaje (100% = existencia de la especie en todas las parcelas), la frecuencia relativa de una especie se determina como su porcentaje en la suma de las frecuencias absolutas de todas las especies (Alvis, 2009).

Frecuencia absoluta (Fra) = Porcentaje de parcelas en las que aparece una especie, 100% = existencia de la especie en todas las parcelas.

Frecuencia absoluta (FrA)

$$FrA = (F_i / F) \times 100$$

Frecuencia relativa (Fr%)

$$Fr\% = (Fr_{Ani} / Fr_{At}) \times 100$$

Donde:

F_i = Frecuencia absoluta de la i ésima especie

F_t = Total de las frecuencias en el muestreo

d. Dominancia: Se relaciona con el grado de cobertura de las especies como manifestación del espacio ocupado por ellas y se determina como la suma de las proyecciones horizontales de las copas de los árboles en el suelo (Alvis, 2009).

Debido a que la estructura vertical de los bosques naturales tropicales es bastante compleja, la determinación de las proyecciones de las copas de los árboles resulta difícil y a veces imposible de realizar; por esta razón se utiliza las áreas basales, debido a que existe una correlación lineal alta entre el diámetro de la copa y el fuste (Alvis, 2009).

Bajo este esquema la dominancia absoluta es la sumatoria de las áreas basales de los individuos de una especie sobre el área especificada y expresada en metros cuadrados y la dominancia relativa es la relación expresada en porcentaje entre la dominancia absoluta de una especie cualquiera y el total de las dominancias absolutas de las especies consideradas en el área inventariada (Alvis, 2009).

Dominancia absoluta (D_a)

$$D_a = G_i / G_t$$

Donde:

G_i = Área basal en m^2 para la i ésima especie

G_t = Área basal en m^2 de todas las especies

Dominancia relativa ($D\%$)

$$D\% = (D_aS / D_aT) \times 100$$

Donde:

D_aS = Dominancia absoluta de una especie

D_aT = Dominancia absoluta de todas las especies

h. Índice de valor de importancia: Se calcula para cada especie a partir de la suma de la abundancia relativa, la frecuencia relativa y la dominancia relativa. Permite comparar el peso ecológico de cada especie dentro del bosque. (Alvis, 2009).

El valor del IVI similar para diferentes especies registradas en el inventario sugiere una igualdad o semejanza del bosque en su composición, estructura, calidad de sitio y dinámica (Alvis, 2009).

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Composición florística de las especies con DAP \geq 10 cm

4.1.1 Abundancia

El bosque de galería está conformado por un total de 69 árboles, mayores a 10 cm de DAP, distribuidos en 21 parcelas de las 28 parcelas inventariadas, lo cual indica que 7 parcelas (25 %) del área total se encuentra sin vegetación. Del número total de individuos, 43 árboles se encuentran en la parte alta de la microcuenca, 15 árboles en la parte media y 11 árboles en la parte baja.

Como se puede cotejar en el Anexo 2, la parte media y baja de la microcuenca Tomabú es la que menor cantidad de árboles posee, mostrando que existe un alto deterioro con respecto a la parte alta de la microcuenca.

La poca presencia de árboles puede estar ligada a la degradación de los recursos naturales debido a que un 57% de los suelos se encuentran sobre utilizados por un manejo inapropiado diferente a su capacidad de uso, lo que ha provocado el agotamiento de nacientes de agua y quebradas en toda la microcuenca (FIDER, 2008).

El estudio realizado por Noguera *et al*; (2004) en el bosque de galería del Refugio de Vida Silvestre Chacocente, Rivas, muestra que el bosque esta conformado por 333 árboles con una marcada diferencia, con respecto a la cantidad de árboles encontrados en el bosque de galería de la microcuenca Tomabú. Esto puede estar ligado a la atitud chacocente se encuentra entre los 40 y 200 msnm, así mismo las condiciones climaticas y el tipo de suelo de Chacocente son mejores ya que son suelos desarrollados de cenizas volcanicas con propiedades fisicas iguales para toda la zona de estudio, contrario a las condiciones que presenta la microcuenca Tomabú con una altitud que varia 674 y 1444 msnm, con suelos pobres, poco profundos y con propiedades fisicas variadas.

4.1.2. Riqueza o número de especies con DAP \geq 10 cm

En el Cuadro 1 se enlista la cantidad de especies encontradas en el bosque de galería, constituido por 33 especies, representadas por 22 familias botánicas diferentes, de las cuales sobresalen: Mimosaceae (4 especies), Anacardeaceae (3 especies), Rubiaceae (3 especies) y Myrteaceae, Boraginacia, Moraceae (2 especies).

La composición florística del presente estudio, comparada con el diagnóstico realizado por González y Narváez (2005) en el bosque de galería de la Hacienda las Mercedes, Managua, presenta similitudes en cuanto a la familia más representativa que corresponde a Mimosaceae y diferencias en cuanto al número de especies donde encontraron menor diversidad con 15 especies representadas en 11 familias botánicas, esto puede estar asociado a la ubicación del bosque de galería de la hacienda las Mercedes, se encuentra a 56 msnm cercana a la zona urbana de Managua, lo cual afecta directamente al bosque por la presión que ejerce la población sobre el recurso y el crecimiento de la misma. Por otro lado posiblemente las altas temperaturas a las que está sometido este bosque sea el porqué de las diferencias con respecto al bosque de galería de la microcuenca Tomabú donde las temperaturas son más bajas.

Cuadro 1. Lista de especies con DAP \geq 10 cm

| Nº | ESPECIES | NOMBRE CIENTÍFICO | FAMILIAS |
|----|--------------------|--|----------------|
| 1 | Chaperno | <i>Lonchocarpus minimiflorus</i> | Mimosaceae |
| 2 | Quebracho | <i>Lysiloma auritum</i> | Mimosaceae |
| 3 | Cornizuelo | <i>Acacia hindsii (Benth)</i> | Mimosaceae |
| 4 | Guanacaste Negro | <i>Enterolobium ciclocarpum Jacq.</i> | Mimosaceae |
| 5 | Jocote | <i>Spondias purpurea</i> | Anacardiaceae |
| 6 | Mango | <i>Mangifera indica</i> | Anacardiaceae |
| 7 | Jobo | <i>Spondias mombin L.</i> | Anacardiaceae |
| 8 | Palo culebra | <i>Hamelia patens</i> | Rubiaceae |
| 9 | Jagua | <i>Genipa americana L.</i> | Rubiaceae |
| 10 | Madroño | <i>Calycophyllum candidissimum (Vahl)</i> | Rubiaceae |
| 11 | Laurel | <i>Cordia alliodora (Oken)</i> | Boraginaceae |
| 12 | Tigüilote | <i>Cordia dentata Poir.</i> | Boraginaceae |
| 13 | Guacuco | <i>Eugenia salamensis J.D, Smith</i> | Myrtaceae |
| 14 | Guayabillo | <i>Myrcianthes storkii (Standley McVaugh)</i> | Myrtaceae |
| 15 | Chilamate | <i>Ficus insípida (Will)</i> | Moraceae |
| 16 | Mora | <i>Chlorophora tinctoria L.</i> | Moraceae |
| 17 | Jiñocuabo | <i>Bursera simarouba L.</i> | Burceraceae |
| 18 | Guácimo de ternero | <i>Guazuma ulmifolia Lam.</i> | Sterculiaceae |
| 19 | Izote | <i>Yucca elephantipes (Regel.)</i> | Agavaceae |
| 20 | Melero | <i>Thouinidium decandrum (Bonpl)</i> | Sapindaceae |
| 21 | Miligüiste | <i>Karwinskia calderonii (Standley)</i> | Rhamnaceae |
| 22 | Mampaz | <i>Lippia myriocephala</i> | Verbenaceae |
| 23 | Guácimo molenillo | <i>Luehea candida (Zucc)</i> | Teleaceae |
| 24 | Pochote | <i>Bombacopsis quinata (Jacq)</i> | Bombacaceae |
| 25 | Chilca montera | <i>Thevetia ovata</i> | Apocynaceae |
| 26 | Quiebra muela | <i>Asclepias curassavica L.</i> | Asclepiadeceae |
| 27 | Lagarto | <i>Zanthoxylum belicense (Lundell)</i> | Rutaceae |
| 28 | Mandagual | <i>Caesalpinia velutina (B.R, Stand)</i> | Caesalpinaceae |
| 29 | Tatascan | <i>Lippia chiapensis (Loes)</i> | Lamiaceae |
| 30 | Bumbun | <i>Diospyros nicaragüensis (Standley)</i> | Ebenaceae |
| 31 | Cedro real | <i>Cedrela odorata L</i> | Meleaceae |
| 32 | Ceiba | <i>Ceiba pentandra L.</i> | Bombacaceae |
| 33 | Huevo de chancho | <i>Stemmadenia obovata (Hook. y Arn.)</i> | Apocynaceae |

En el cuadro 1 se muestra a la familia Mimosaceae, representada por 4 especies, las cuales son: *Lonchocarpus minimiflorus*, *Lysiloma auritum*, *Acacia hindsii* y *Enterolobium cyclocarpum*, con un único individuo por especie, seguido de Anacardeaceae con especies tales como: *Spondias mombin* (3 individuos), *Spondias purpurea* (3 individuos) y *Manguijera indica* (1 individuo), Rubiaceae representadas por las especies: *Calycophyllum candidissimum* (3 individuos), *Genipa americana* (1 individuo) y *Hamelia patens* (2 individuos). En último lugar, Myrtaceae, Boraginacia y Moraceae con 2 especies entre las cuales están (siguiendo el orden de las familias mencionadas con 2 especies): *Eugenia salamensis* y *Myrcianthes storkii* (1 individuo); *Cordia dentata* (1 individuo) y *Cordia alliodora* (5 individuos); *Ficus insípida* (3 individuos) y *Chlorophora tinctoria* (1 individuo). Sin embargo la especie más representativa con 9 individuos es *Bursera simarouba* y pertenece a la familia Burseraceae que no esta dentro de las familias mas representativas, ya que al igual que el resto de las familias esta representada por 1 especie (Anexo 2).

Cabe mencionar que de las especies encontradas en el bosque de galería, *Yucca elephantis* (izote), *Lippia chiapensis* (tatascan) y *Thevetia ovata* (chilca montera) son especies arbustivas.

A pesar de la poca presencia de árboles existentes en el bosque de galería, hay diversidad de especies probablemente sean especies que lograron establecerse en el bosque de galería, se adaptaron a un ambiente diferente y han soportado los efectos del cambio climático. La mayoría de estas especies son comunes del bosque seco o caducifolio, por ejemplo: *Ceiba pentandra* (Ceiba), *Bursera simarouba* (Jiñocuabo), *Calycophyllum candidissimum* (Madroño), *Enterolobium cyclocarpum* (Guanacaste negro), *Guazuma ulmifolia* (Guácimo de ternero), *Lysiloma auritum* (Quebracho), *Ficus insípida* (Chilamate) y *Luehea candida* (Guácimo de molenillo).

4.1.2 Diversidad de la vegetación con DAP \geq 10 cm

Los valores de los índices de Simpson y Shannon, comparando las tres partes de la microcuencia según los datos obtenidos muestran que diversidad fue mayor en la parte alta y menor en la baja según los valores del índice de Shannon-Wiener (Cuadro 2), siendo las diferencias, significativa para el índice de Shannon-Wiener ($t=0.01$, $p < 0.006$).

Lo cual indica que la vegetación de la parte alta y media del bosque de galería de la microcuencia Tomabú muestra diferencias con respecto a la parte baja mostrando homogeneidad en la vegetación.

Cuadro 2. Índices de diversidad de especies en 5 microcuencas. Proyecto UNA / CARE-MARENA-PIMCHAS, 2011

| Microcuencas | Parte alta | Parte media | Parte baja |
|----------------|------------|-------------|------------|
| Las Chichiguas | 2.501 | 1.330 | 0.868 |
| Tomabú | 2.835 | 2.616 | 2.272 |
| La Laguneta | 2.887 | 2.281 | 1.977 |
| La Pita | 2.501 | 2.107 | 2.332 |
| El Coyote | 1.923 | 2.107 | 2.063 |

Resultados de estudios realizados en diferentes microcuencas del departamento de Estelí y Jinotega Pérez *et al*; (2011), reflejan que los índices de diversidad de especies de las microcuencas Laguneta y Chichiguas son similares a la microcuencia Tomabú, debido a que la mayor diversidad de especies se encuentran en las partes altas de las microcuencas, seguido de las partes medias y bajas de las microcuencas, es decir que la diversidad va disminuyendo de las partes altas a las partes bajas (cuadro 2)

En cuanto a las microcuencas El Coyote y La Pita, la diversidad es diferente a la microcuencia Tomabú, ya que la diversidad disminuye de la parte baja a la parte media, aumentando nuevamente en la parte alta, esto en el caso de la microcuencia la Pita, mientras que para la microcuencia El Coyote la diversidad aumenta de la parte baja a la parte media pero disminuye en la parte alta.

La microcuenca Tomabú en comparación con las otras microcuencas ubicadas en Estelí y Jinotega, se encuentra mas deteriorada al presentar los índices más bajos de diversidad de especies después de las Chichiguas.

Siendo el principal factor de deterioro la extracción de especies de alto valor comercial, cambio de uso del suelo, de bosques a pastos y cultivos, incrementando el potencial de contaminación por erosión y sedimentación del suelo, escasez de agua en cantidad y calidad en las microcuencas, lo que concuerda con lo reportado por FIDER (2009)

Cuadro 3. Diversidad de especies mayores con $DAP \geq 10$ cm de DAP

| Descripción | Parte alta | Parte media | Parte baja |
|--------------------|-------------------|--------------------|-------------------|
| Shannon H | 2.835 | 2.616 | 2.272 |
| Simpson 1-D | 0.9335 | 0.9244 | 0.9028 |

4.1.3 Distribución diamétrica de los árboles $DAP \geq 10$ cm

La microcuenca Tomabú fue dividida en tres partes altitudinales (parte alta, media y baja), la figura 5 muestra como se encuentran los árboles mayores de 10 cm. La mayor cantidad de árboles para las tres partes de la microcuenca se encuentran en la clase 10-19.99, siendo la parte alta la que mas individuos posee con 86 árboles ha^{-1} (55.81 %), seguido de la parte media con 21 árboles ha^{-1} (40 %) y la parte baja con apenas 14 árboles ha^{-1} (36.37 %). Así mismo se encuentran los individuos de las clase diamétricas de 20-29.99, la parte alta con la mayoría de los individuos 39 árbo/ha (25.58%), seguida de la parte media 18 árboles ha^{-1} (33.34%).

Se logra notar una marcada diferencia en la clase diamétrica de 20-29.99, y es que en la parte baja de la microcuenca no hay existencia alguna de vegetación arbórea.

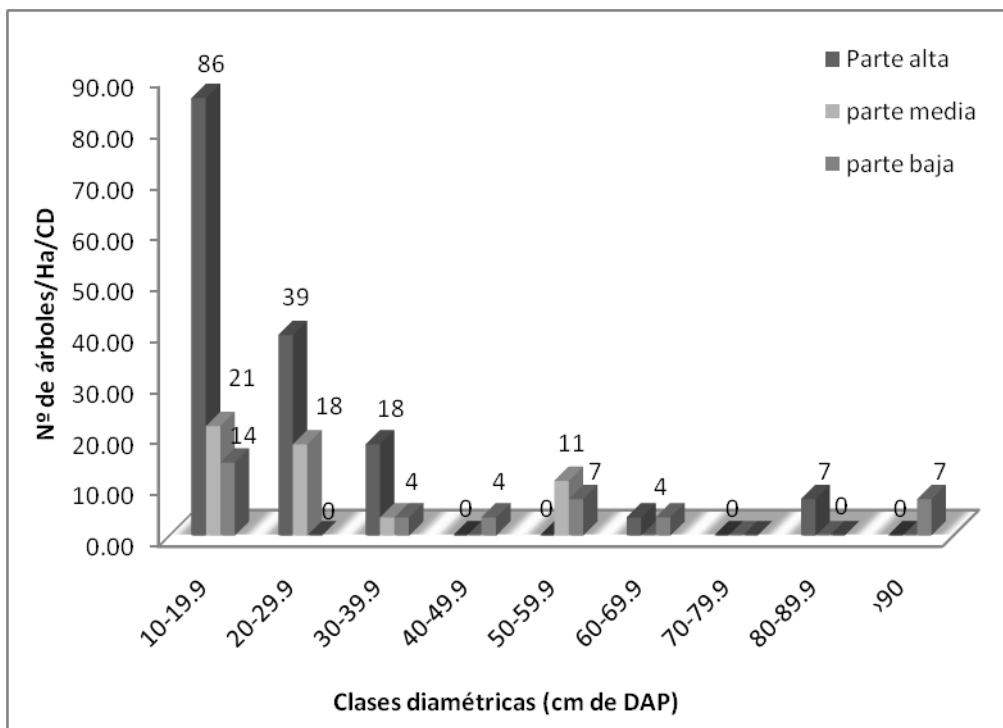


Figura 5. Distribución por clase diamétrica de los arboles mayores de 10 cm por hectárea encontrados en Bosque de galería.

En la clase diamétrica de 30-39-99, la parte alta de la microcuenca el número de individuos es superior con 18 árboles ha^{-1} (11.63%), en comparación con el número de árboles de la parte media y baja respectivamente, encontrándose 7 árboles ha^{-1} (15.75 %). Finalmente en las clases 40-49.99, 50-59.99, 60-69.99 y ≥ 90 cm la mayoría de los árboles se encuentran en la parte baja de la microcuenca en total 21 árboles ha^{-1} (54.53 %), a excepción de la clase 80-89.99 en la cual únicamente la parte alta posee individuos con 7 árboles ha^{-1} (4.65 %), y la categoría 70-79.99 (clase 7), no habiendo individuos en las tres partes de la microcuenca.

La distribución diamétrica en que se encuentra la vegetación del bosque de galería de la microcuenca Tomabú, comparada con el diagnostico realizado por González y Narváez (2005) en el bosque de galería de la hacienda las Mercedes, Managua, la distribución de los árboles por categoría diamétrica para ambos bosques sigue la tendencia de J invertida, es decir que el número de árboles va disminuyendo conforme aumenta el diámetro normal.

La densidad encontrada en el bosque de galería de la microcuenca Tomabú es de 246 árboles ha^{-1} , considerándose un bosque ralo, desde el punto de vista de su ordenación y estructura, este tipo de bosque corresponde a características de bosques heterogéneos tropicales (Lamprech, 1990).

4.1.4 Abundancia de individuos con DAP \geq 10 cm

De acuerdo a la información obtenida en el inventario se encontró que la especie más abundante es *Bursera simarouba* con 28 árboles ha^{-1} lo que representa (25 %) del total, seguida de *Luehea candida* con 25 árboles ha^{-1} (21.88 %), *Cordia alliodora* con 17 árboles ha^{-1} (15.63 %) y *Guazuma ulmifolia* 10 árboles ha^{-1} (9.38 %); en conjunto constituyen el 71 % de la abundancia (Cuadro 2).

Las especies encontradas en la microcuenca Tomabú son especies que presentan capacidad de dispersarse más rápido que las demás y también podrían ser especies de poco interés para la población, esto explica el porqué de su abundancia.

Los resultados del estudio realizado por González y Narváez (2005), muestra que en el bosque de galería en la hacienda Las Mercedes en el departamento de Managua se encontró un total de 245 árboles ha^{-1} . Las especies más abundantes son: *Guazuma ulmifolia* con 63.64 árboles ha^{-1} lo que representa el 25.93 % del total, *Albizia saman* con 45.45 árboles ha^{-1} (18.52 %) y *Azadirachta indica* con 36.36 árboles ha^{-1} (14.81 %); todas juntas representan el 59.26 % de la abundancia total, resultados que coinciden con los de la microcuenca Tomabú al presentar en ambos bosques a *Guazuma ulmifolia* como una de las especies más abundantes, esto se debe a que esta especie suele encontrarse con frecuencia en el trópico seco y bosque de galería.

4.2.2 Dominancia de individuos con DAP \geq 10 cm

Las especies más dominantes según los datos son: *Ceiba pentandra* con 20.60 m^2/ha (66.54 %), *Cedrela odorata* con 2.98 m^2/ha (9.61 %), *Bursera simarouba* con 2.41 m^2/ha (32.64 %) y *Ficus insípida* con 2.07 m^2/ha (28.08 %).

Un aspecto relevante en la dominancia de individuos del bosque de galería en la microcuenca Tomabú es que la especie *Ceiba pentandra*, es la especie mas abundante según los cálculos realizados, esto se debe a que es la especie con mayor área basal y la dominancia de especies para el IVI se determina a partir del área basal, cabe mencionar que este es uno de los pocos árboles en estado maduro encontrado.

Los resultados del estudio realizado por González y Narváez (2005), muestra que en el bosque de galería en la hacienda Las Mercedes en el departamento de Managua, el área basal total de los individuos inventariados es de 15.8963 m²/ha. Las especies mas dominantes son *Guazuma ulmifolia* con 4.7964 m²/ha (30.18 %), *Albizia saman* con 3.9164 m²/ha (24.64 %) y *Ceiba pentandra* con 2.3390 m²/ha (14.72 %), siendo esta última una de las especies más dominantes en el bosque de galería de la microcuenca Tomabú, lo cuál genera semejanzas en ambos bosques. El que ambos bosque coincidan en tener a la especie *Ceiba pentandra* como una de las más dominantes se debe a las dimensiones en diámetro que alcanza esta especie, como ya se explicaba anteriormente, la dominancia de especies para el IVI se determina a través del área basal.

4.2.3 Frecuencia de individuos con DAP \geq 10 cm

En el bosque ripario de la microcuenca el Tomabú las especies con mayor frecuencia son: *Bursera simarouba*, presente en 6 parcelas, *Luehea candida* y *Karwinskia calderonii* en 4 parcelas, así mismo *Guazuma ulmifolia* y *Cordia alliodora* en 3, de las 28 parcelas establecidas en total. Estas representan el 86.95 % de la frecuencia total.

La especie que más se presenta en el bosque de galería es *Bursera simarouba*, una especie que es de crecimiento largo y también de vida larga, se emplea para reforestar pendientes, aunque sean muy inclinadas y en suelos muy pobres, esto explica porque se puede encontrar frecuentemente en el bosques de galería.

Los resultados del estudio realizado por González y Narváez (2005), muestra que en el bosque de galería en la hacienda Las Mercedes en el departamento de Managua, las especies con mayor frecuencia son: *Guazuma ulmifolia*, presente en 6 parcelas, *Albizia saman* y *Ceiba pentandra* presente en 3, de 11 parcela en total. Estas representan el 57.13 % de la frecuencia total. En el caso del bosque de galería de la microcuenca Tomabú al igual que en el bosque de galería de la hacienda las mercedes una de las especies que se encuentra con frecuencia es *Guazuma ulmifolia*.

4.2.4 Índice de valor de importancia de las especies con DAP \geq 10 cm

El índice de valor de importancia permite comparar el peso ecológico de las especies dentro de la comunidad vegetal. El cuadro 4 muestra las especies con mayor peso ecológico encontradas en el bosque de galería de la microcuenca el Tomabú son: *Ceiba pentandra* (73.39 %), *Bursera simarouba* (58.80 %), *Luehea candida* (41.08 %) *Karwinskia calderonii* (30.78) y *Cordia alliodora* (30.55 %).

A pesar de que *Ceiba pentandra*, es la especie, según los cálculos, con mayor peso ecológico, debe ser una de las especies a plantar, debido a que no se encontró con frecuencia en el bosque y que el único árbol que se encontró es maduro, este por su estado fitosanitario es un árbol ideal para la producción de semillas.

Por el contrario *Bursera simarouba*, se encuentra con frecuencia y dominando en el bosque de galería, es la especie con mayor peso ecológico después de *Ceiba pentandra* y no se debe incluir para ser plantada debido a la frecuencia con que se encuentra en el bosque.

Los resultados del estudio realizado por González y Narváez (2005), muestra que en el bosque de galería en la hacienda Las Mercedes en el departamento de Managua, las especies arbóreas con mayor importancia ecológica son: *Guazuma ulmifolia* (28.22 %) y *Albizia saman* (19.14 %) y en Los Sábalos, *Ceiba pentandra* (30.67 %).

Debido a las semejanzas que tienen ambos bosques en la abundancia, dominancia y frecuencia de especies, también muestran semejanzas al presentarse en ambos bosques a *Ceiba pentandra* como una de las especies con mayor peso ecológico, las demás especies resultantes con menor IVI pueden verse influenciada por condiciones antropogénicas a las que han sido o podrían estar sometido ambos bosques.

Cuadro 4. Índice de Valor de Importancia (IVI) para la vegetación con DAP10 cm encontradas en el bosque de galería

| Especie | Nº Arb. | % | G | % | Frecuencia | % | IVI |
|--------------------|---------|-------|-------|-------|------------|-------|-------|
| Cedro real | 3.57 | 3.13 | 2.98 | 9.52 | 0.04 | 4.35 | 16.99 |
| Ceiba | 3.57 | 3.13 | 20.60 | 65.92 | 0.04 | 4.35 | 73.39 |
| Chilamate | 10.71 | 9.38 | 2.07 | 6.63 | 0.04 | 4.35 | 20.36 |
| Guácimo de ternera | 10.71 | 9.38 | 1.76 | 5.63 | 0.11 | 13.04 | 28.05 |
| Guácimo molenillo | 25.00 | 21.88 | 0.57 | 1.82 | 0.14 | 17.39 | 41.08 |
| Miligüiste | 14.29 | 12.50 | 0.28 | 0.89 | 0.14 | 17.39 | 30.78 |
| Jiñocuabo | 28.57 | 25.00 | 2.41 | 7.71 | 0.21 | 26.09 | 58.80 |
| Laurel | 17.86 | 15.63 | 0.59 | 1.88 | 0.11 | 13.04 | 30.55 |
| Total | 114.29 | 100 | 31.25 | 100 | 1 | 100 | 300 |

4.2 Estado silvicultural de la vegetación con DAP \geq 10 cm, del bosque de galería en la microcuenca Tomabú.

4.2.1 Calidad de fuste

La calidad del fuste se caracteriza principalmente por la forma del eje principal del árbol el cuál determina el crecimiento del mismo y el desarrollo de sus ramas. Representa una de las categorías más importantes, debido que a partir de esta variable se puede conocer la cantidad de árboles enfermos y que afectan el crecimiento de los árboles sanos.

El mayor porcentaje de los árboles que conforman el bosque de galería, presentan fustes rectos y sin ningún daño evidente (categoría 1), distribuidos de la siguiente manera: 26 % en la parte alta, 10 % en la parte media y en la parte baja 9 %.

En la parte alta de la microcuenca un 22 % presentan fustes con alguna curvatura, sin daño evidente y sin nudos (categoría 2), de igual manera se encuentran el 4 % de los árboles en la parte media de la microcuenca y únicamente el 1 % la población de árboles en la parte baja.

Se encuentran con fuste curvo y daño evidente (categoría 3), un 14 % de los árboles en la parte alta, 7 % en la parte media y 6 % en la parte baja de la microcuenca. Los datos indican que el mayor número de árboles se encuentran en la parte alta de la microcuenca y distribuidos en las tres categorías de calidad de fuste (Figura 6).

Los datos indican que la mayoría de los árboles se encuentran con fustes en buen estado, sin embargo hay presencia de árboles con el fuste regularmente dañado y podrido. La extracción de árboles puede ser el factor que incide negativamente en el estado de los árboles, debido a que se extraen los mejores árboles y se dejan los de mala calidad, además del impacto directo que ocasiona la intervención del bosque perjudicial para la vegetación.

Resultados de estudios realizados por González y Narváez (2005), muestran que en el bosque de galería en la hacienda Las Mercedes en el departamento de Managua, el 44.44 % presenta fuste con curvatura evidente (categoría 3), el 37.03 % con fustes con alguna leve fisura (categoría 2) y el 18.52 % poseen fustes rectos sin ningún daño (categoría 1). En comparación con los resultados obtenidos de los datos recopilados en el bosque de galería de microcuenca Tomabú, este presenta mejor calidad en el fuste de los árboles que el bosque de galería de la hacienda las mercedes. Sin embargo hay un número considerable de árboles con sus fustes dañados esto puede deberse a afectación por fenómenos naturales como huracanes donde las áreas que mas estragos sufren son aquellas que han sido intervenidas y aunque el bosque este adaptados a disturbios de esta magnitud, se recupera de daños siempre y cuando se logre evitar incendios forestales y el cambio de uso del suelo.

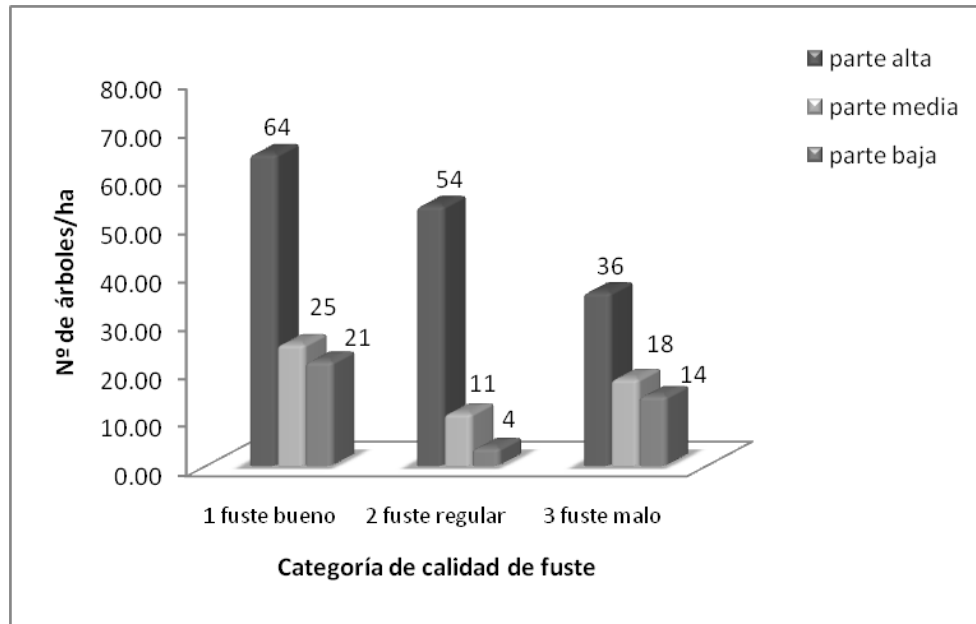


Figura 6. Distribución del número de individuos por calidad de fuste.

4.2.2 Iluminación

La Figura 7 muestra que la mayoría de los árboles se encuentran en la categoría de iluminación vertical lateral plena (categoría 1), con un total de 55 % de individuos distribuidos en la parte alta con 17 %, en la parte media 6 % y 4 % parte baja.

Seguido se encuentran recibiendo iluminación vertical plena (categoría 2), un gran porcentaje de árboles en la parte alta con el 20 %, un 9 % en la parte media y 3 % en la parte baja de la microcuenca.

Reciben iluminación vertical parcial (categoría 3), el 12 % de los árboles que se encuentran en la parte alta, sólo un 3 % de los árboles que posee la parte media y 7 % representan a los árboles de la parte baja.

En la categoría de iluminación oblicua (categoría 4) se encuentran un 6 % de la población de árboles en la parte alta, 3 % en la parte media y 1 % en la parte baja.

Finalmente no gozan de ninguna iluminación directa (categoría 5) el 7 % de los árboles de la parte alta y el 1 % de los árboles en la parte media, en la parte baja de la microcuenca no se encontraron individuos para esta categoría.

La luz solar es un factor determinante para el crecimiento y la calidad de los árboles, de acuerdo con los resultados indican que hay gran cantidad de árboles aglomerados y que sobresalen con dosel superior, suprimiendo a los de dosel inferior impidiendo la entrada de luz directa.

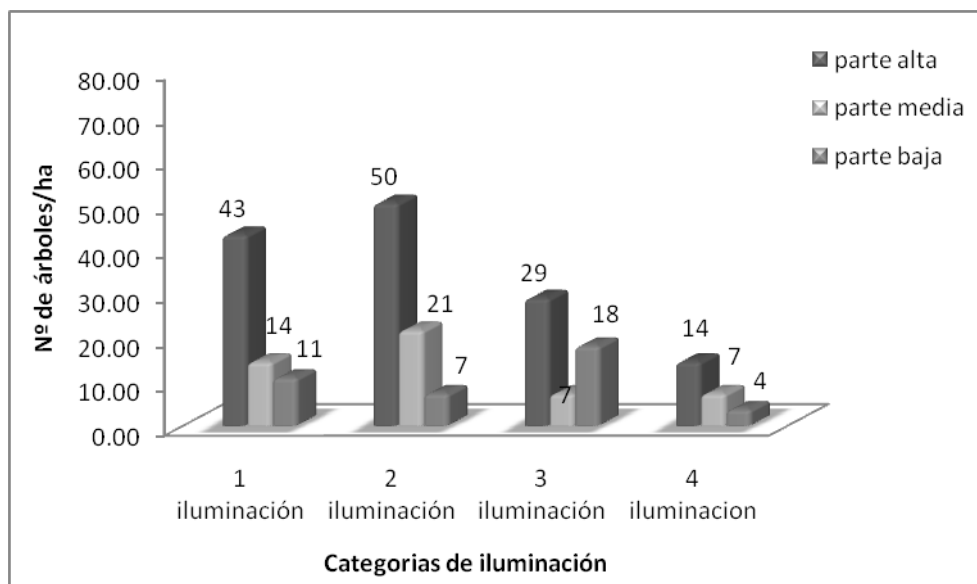


Figura 7. Distribución del número de individuos por categoría de iluminación.

4.2.3 Lianas

La Figura 8 muestra el grado de infestación por lianas en la vegetación, se observa que en la parte alta de la microcuenca, la mayoría de los árboles se encuentran libres de lianas (categoría 1), con el 29 %, seguido se encuentra el 13 % con lianas en el fuste (categoría 2), el 12 % de los individuos con lianas en la copa (categoría 3), y 9 % poseen lianas en el fuste y copa (categoría 4).

La parte media y baja de la microcuenca presentan similitudes al encontrar poca cantidad de árboles libre de lianas (categoría 1) se encuentran un 14 % de los árboles en la parte media y 12 % en la parte baja de la microcuenca.

Apenas un 3 % de la población se encuentra en la parte media y 1.45 % en la parte baja de la microcuenca con lianas en el fuste (categoría 2).

Posteriormente se encuentran con lianas en la copa (categoría 3), el 4 % en la parte media y 3 % en la parte baja de la microcuenca. En la categoría 4 no hay presencia alguna de árboles.

Resultados de estudios realizados por González y Narváez (2005), muestra que en el bosque de galería en la hacienda Las Mercedes en el departamento de Managua el 74.075% de las especies encontradas se encuentran libres de lianas (categoría 1), el 7.4% solamente presenta lianas en el fuste (categoría 2) y el 18.52% presentan lianas en la copa (categoría 3).

Los datos reflejan la semejanzas que existen en el bosque de galería en la hacienda las mercedes con el bosque de galería de la microcuenca Tomabú, ya que la mayoría de los árboles se encuentran libres de lianas, ósea que en ambos bosque los árboles han sido sometidos por la intervención del hombre, pero el que la vegetación existente se encuentre en su mayoría libre de lianas representa un factor determinante para el crecimiento de los árboles y es una ventaja sobre el bosque ya que lo mantiene parcialmente equilibrado.

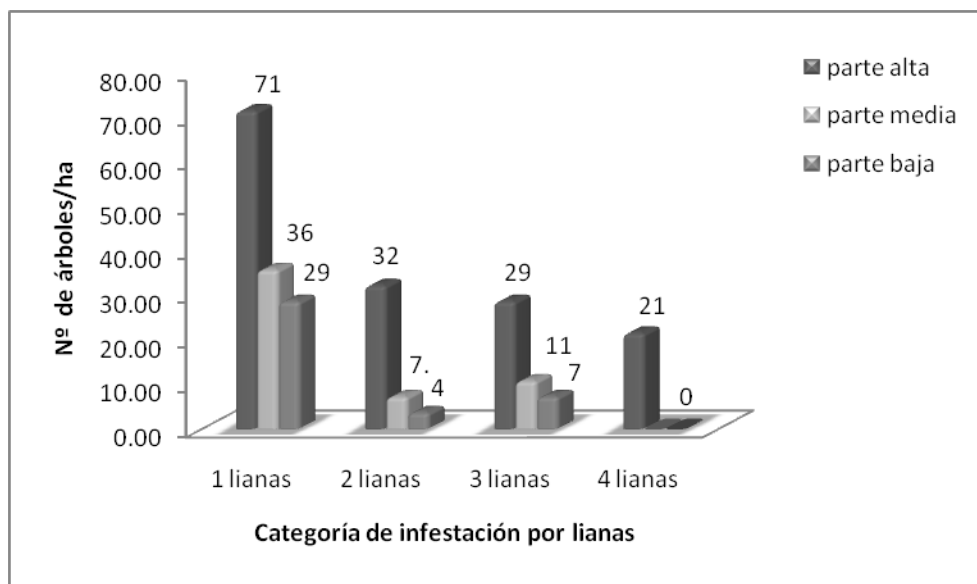


Figura 8. Distribución del número de individuos por categorías de infestación por lianas.

4.2.4 Vigorositad

El bosque ripario, en cuanto a la vigorositad de los árboles que lo conforma, se observa en la Figura 9, que el 32 % de la vegetación arbórea se encuentra en la parte alta, con baja vitalidad aparente, que podría comprometer su crecimiento (categoría 2), seguido la parte media el 12 % y la parte baja con apenas el 3 %.

Posteriormente el 20 % de los individuos perteneciente a la parte alta, 4 % a la parte media y el 13 % a la parte baja, poseen buen follaje y buena vitalidad aparente, sin daño que afecte su crecimiento (Categoría 1). También se logra ver que en la parte alta con el 10 % de los individuos y la parte media con 5.80 % de los individuos se encuentra casi muertos (Categoría 3).

Los resultados obtenidos indican que los árboles en su mayoría presentan baja vitalidad, puede que estos sean individuos que quedaron después de una intervención y sufrieron algún daño producto de la extracción, sin embargo hay una considerable cantidad de individuos en estado de desarrollo con buena vitalidad y sin daños.

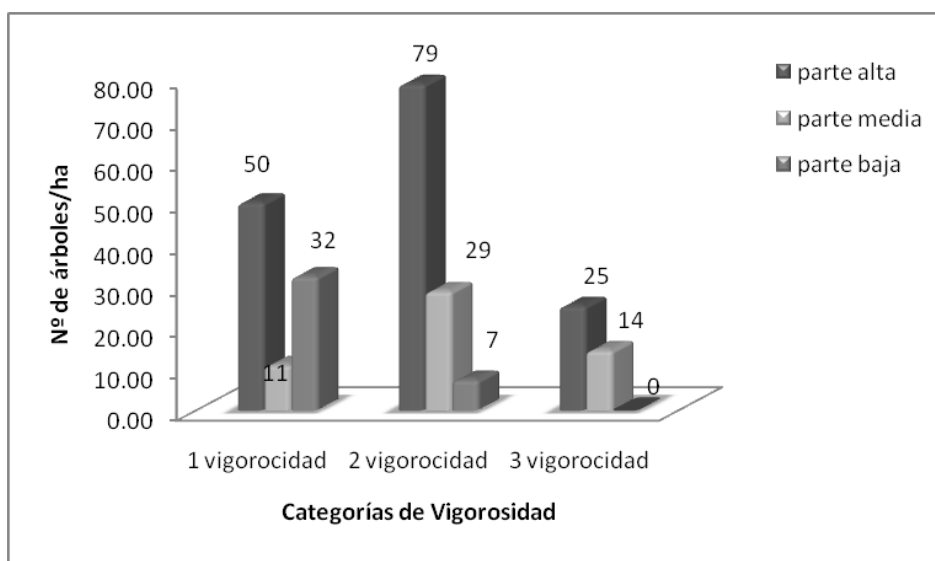


Figura 9. Distribución del número de individuos por categoría de vigorositad.

4.4 Composición florística de las especies con DAP < 10cm

Abundancia

La regeneración natural la conforma un total de 8 plantas con un promedio de 28.57 plantas ha⁻¹ y 7 especies representadas por 4 familias botánicas. De estas la especie más abundante es *Acacia hindsii* con 2 individuos el resto de las especies solo poseen un individuo, la familia más representativa es la Mimosaceae (Cuadro 4)

En cuanto a la abundancia regeneración natural presenta mayor cantidad de plantas en la parte media de la microcuenca con 4 plantas, seguido de la parte alta con 3 plantas y la parte baja es la más deteriorada con apenas 1 planta (Anexo 5)

Las especies de la regeneración natural son diferentes a las encontradas en los árboles mayores de 10 cm, por lo que se necesita que se planten más especies de estas y que las ya existentes sean protegidas, en lo único que coincide la regeneración natural con los árboles mayores a 10 cm es en la familia más predominante (Mimosaceae).

La regeneración natural se encuentra muy escasa esto puede estar ligado al tipo de bosque, tratándose de un bosque joven con poca presencia de árboles semilleros la regeneración está limitada, por que no hay producción de semillas, también las actividades agropecuarias de la población y el aumento de la misma puede ser el factor que impiden la germinación de las semillas dispersadas, así como el crecimiento y desarrollo de las plantas.

Cuadro 5. Lista de especies de la regeneración natural

| Nº | Especies | Nº de individuos | Nombre Científico | Familia |
|----|--------------|------------------|--------------------------------------|---------------|
| 1 | Madero negro | 1 | <i>Gliricidia sepium (Jacq.)</i> | Fabaceae |
| 2 | Caratillo | 1 | <i>Alvaradoa amorphoides (Liebm)</i> | Simaroubaceae |
| 3 | Higuera | 1 | <i>Ficus carica L.</i> | Moraceae |
| 4 | Quebracho | 1 | <i>Lysiloma auritum</i> | Mimosaceae |
| 5 | Cornizuelo | 2 | <i>Acacia hindsii (Benth)</i> | Mimosaceae |
| 6 | Palo culebra | 1 | <i>Hamelia patens</i> | Rubiaceae |
| 7 | Melero | 1 | <i>Thouinidium decandrum (Bonpl)</i> | Sapindaceae |

4.4.1 Riqueza y abundancia de especies de la regeneración natural

En la figura 11, se puede apreciar que la abundancia y riqueza de especies presentan valores iguales en la parte alta y baja de la microcuenca, aunque hay diferencias entre las tres partes con respecto al número de individuos y especies, la parte media presenta mayor abundancia y riqueza, seguido de la parte alta y la parte baja de la microcuenca.

En comparación con la riqueza y abundancia de especies de los árboles mayores a 10 cm de DAP, la regeneración natural presenta diferencias ya que la parte media de la microcuenca Tomabú es la que mayor cantidad de especies y árboles, seguido de la parte alta de la microcuenca. La mayor abundancia de árboles y riqueza de especies para los árboles mayores a los 10 cm se encuentra en la parte alta de la microcuenca, seguido de la parte media de la microcuenca.

Las semejanzas entre la regeneración natural y los arboles mayores a los 10 cm de DAP están en que en la parte baja de la microcuenca se encuentran la menor cantidad de árboles y especies, esto se debe que gran parte de la población se encuentra concentrada en la parte baja, afectando al bosque en su totalidad con sus actividades agropecuarias.

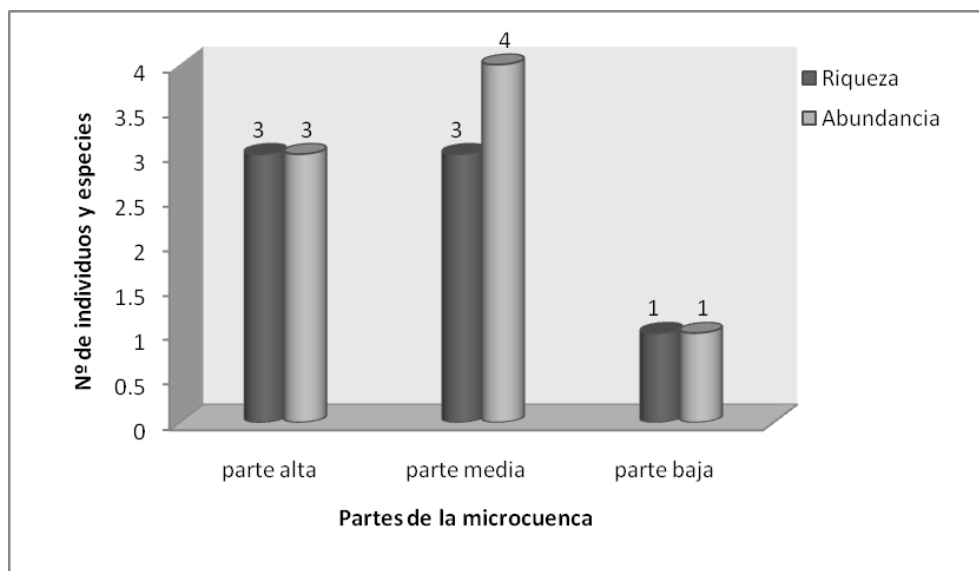


Figura 10. Riqueza y abundancia de especies de la regeneración natural.

4.4.2 Diversidad de especies de la regeneración natural

La regeneración natural presenta similitud en cuanto a la diversidad de especies en las partes de la microcuenca, con los árboles mayores a los 10 cm de DAP.

Según los índices de Simpson y Shannon- Wiener, comparando las tres partes de la microcuenca, la diversidad fue mayor en la parte media y menor en la baja (Cuadro 5), siendo las diferencias, significativa ($t=0.01$, $p < 0.006$).

El que la parte baja de la microcuenca presente menor diversidad de especies en la regeneración natural como en los árboles mayores a 10 cm se debe a la demografía, ya que la mayor parte de los asentamientos poblacionales se encuentran en la parte baja de la microcuenca Tomabú (FIDER 2009).

Cuadro 6. Diversidad de especies de la regeneración natural

| Descripción | Parte alta | Parte media | Parte baja |
|--------------------|-------------------|--------------------|-------------------|
| Shannon_H | 1.099 | 1.386 | 0 |
| Simpson | 0.3333 | 0.25 | 1 |

V. CONCLUSIONES

El bosque de galería de la microcuenca Tomabú en su parte baja se considera altamente deteriorado, por la poca cantidad de árboles y especies encontradas, la parte media se encuentra moderadamente deteriorada y en la parte alta el deterioro es menor, esto podría estar dado por el cambio de uso del suelo en áreas muy cercanas al río quebrada grande.

Según la distribución diamétrica la mayoría de los árboles se encuentran en el rango de 10-19.99, lo que indica que el bosque se encuentra fuertemente intervenido y en desarrollo.

El estado silvicultural en que se encuentra el bosque de galería en las tres partes de la microcuenca es bueno, ya que la mayoría de los árboles se encuentran vigorosos, con buen fuste, libres de lianas y con un dosel superior que les ayuda a gozar de buena iluminación.

La diversidad del bosque de galería en Tomabú, puede estar afectada por el crecimiento poblacional sobre todo en la parte baja de la microcuenca. El estudio muestra en la parte alta mayor diversidad según los índices de Simpson y Shannon-Wiener, y menor diversidad en la parte baja de la microcuenca.

Las especies con mayor importancia ecológica (IVI) presentes en el bosque de galería son: *Bursera simarouba*, *Ceiba pentandra*, *Luehea candida*, *Karwinskia calderonii* y *Cordia alliodora*, estas especies son típicas de bosque seco, probablemente sean especies que lograron establecerse en el bosque de galería y se adaptaron a un ambiente diferente.

La regeneración natural es muy escasa a lo largo de la ribera del río, por lo que es necesario considerar la aplicación de medidas tales como la repoblación artificial de especies nativas, con el fin de recuperar las condiciones de los recursos que protege el bosque (agua, suelo y fauna).

VI. RECOMENDACIONES

Por la evidente degradación del recurso bosque es recomendable realizar enriquecimiento de especies en el bosque de galería priorizando la parte baja de la microcuenca debido a su alto deterioro, sin descuidar las demás partes de la microcuenca, conservando la vegetación existente y reforestando las áreas descubiertas de vegetación.

La regeneración natural existente debe ser conservada y protegida, así mismo se debe plantar especies nativas del bosque y conservar árboles plus.

Establecer sistemas silvopastoriles y agroforestales tomando en cuenta las clases por capacidad de uso del suelo, en las áreas aledañas al bosque de galería haciendo uso de especies nativas, con el fin de aumentar la cobertura forestal para la protección de los suelos en laderas.

Realizar charlas para crear sensibilidad ambiental en los pobladores, enterándolos del estado en que se encuentra el bosque y lo que conjuntamente se puede hacer para el rescate del mismo.

VII. LITERATURA CITADA

Alvis, J. 2009. Análisis estructural de un bosque natural localizado en zona rural del municipio de Popayán. 2009 (en línea). CO, consultado 27 agos. 2011, disponible en <http://www.unicauca.edu.co/biotecnologia/ediciones/vol7>.

Arcos, I. 2005. Efecto del ancho los ecosistemas riparios en la conservación de la calidad del agua y la biodiversidad en la microcuenca del río Sesesmiles, Copán, Honduras. (en línea). CR, consultado 02 agosto 2011. Disponible en <http://orton.catie.ac.cr/REPDOC/A0683E/A0683E.PDF>

CATIE, 2002. Inventarios forestales para bosques latifoliados en América Central, Turrialba, Costa Rica. 264 p.

FIDER (Fundación de investigación y desarrollo rural). 2009. Fortalecimiento de capacidades de hombres y mujeres para el manejo de recursos naturales de la micro cuenca Tomabú, en la parte media sub cuenca Rio Viejo. Estelí, NI. 35p.

González, H.; Narváez, S. 2005. Diagnostico del bosque de galería de la hacienda las Mercedes. Tesis Ing. Forestal. UNA Managua Nicaragua 43p.

Holdridge, L. 1967. «Life Zone Ecology». Tropical Science Center. San José, C.R. (Traducción del inglés por Humberto Jiménez Saa: «Ecología Basada en Zonas de Vida», 1a. ed. San José, C.R: IICA, 1982). (en línea). Consultado el 02 de agosto de 2011 disponible en <http://es.wikipedia.org/wiki>.

Hutchinson, D. 1993. Puntos de partida y muestreo diagnósticos para la silvicultura de bosques naturales del trópico humedad. Turrialba, Costa Rica. CATIE. Serie técnica, informe técnico N° 204, Colección Silvicultura y Manejo de bosque natural N° 7.32 pagina

INETER (Instituto de estudios territoriales) 2004. Informe de la Descripción taxonómica de los suelos a nivel orden a nivel nacional. Departamento de suelos y catastro. Agencia Española de Cooperación Internacional (AECI). Managua, Nicaragua. 12p.

MAGFOR (Ministerio agropecuario y forestal) 2000. Base de datos biofísica SIG del Departamento de Estelí. Nicaragua.

MARENA (Ministerio de los Recursos Naturales y el Ambiente/ PIMCHAS (Proyecto Integral de Manejo de Cuencas Hidrográficas, Agua y Saneamiento). 2009. Caracterización de la parte media de la Subcuenca del Río Viejo. Estelí, NI. 59p

Moreno, C. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. Vol. 1. M&T-Manuale y Tesis SEA. Zaragoza - España. 84 pág.

Noguera, A.; Castro, G.; González, B. 2004. Diversidad florística del bosque de galería en dos localidades del departamento de Carazo, Nicaragua. Revista científica LA CALERA, Universidad Nacional Agraria, año 4, N° 4, julio 2004. Pág. 36-39.

Noguera, A.; Reyes, F.; Murillo, I; Sánchez, L.; 2008 Influencia de la estructura arbórea en la producción de pasto en un sistema de árboles dispersos en potrero, Tipitapa, Nicaragua 2008. La Calera año 8, n° 10. (en línea). NI, consultado el 15 de Jun. de 2012, disponible en <http://cenida.una.edu.ni/calera/calera13/tema1.pdf>

Pérez, E.; Bonilla, G.; Blandón, J.; Maradiaga, H.; Díaz, E.; Talavera, Z.; Ruiz, M. 2010. Estudio del estado de la vegetación arbórea de la franja ribereña en 5 microcuencas de Estelí y Jinotega. In. Congreso forestal centroamericano “El bosque sin fronteras Managua, Nic. Memoria.

Prodan, M; Peter, R; Cox, F; Real, P. 1997. Mensura forestal ED.IICA/GTZ San José Costa Rica. IICA. Serie de investigación y educación en desarrollo sostenible 586 p.

Serrano, J.; Toledo, K. 2003. Estado estructural y silvicultural de la especie endémica *Ocotea strigosa* van der Werf (Arrayan), circundante a la laguna Miraflor. RN Miraflor. Estelí, Nicaragua. Tesis Ing. Managua, NI: UNA. 42 p.

Villón, M. 2004. Hidrología. Instituto tecnológico de Costa Rica. Cartago, CR. 386 p.

ANEXOS

Anexo 1. Formato para la toma de datos dasométricos y silviculturales de la vegetación arbórea mayor de 10 cm y regeneración natural en el bosque ripario

Nombre del sitio: _____ de parcelas _____

Anotador: _____

Coordenadas X: _____ Y _____ Distancia acumulada: _____ Parte: _____ de la microcuenca

Árboles mayor o igual a 10 cm de DAP en parcelas de 100 m²

| Numero árboles | Nombre Común | DAP (cm) | Altura (m) | Categorías silviculturales | | | | Observaciones |
|----------------|--------------|----------|------------|----------------------------|-------------|--------|-------|---------------|
| | | | | C. fuste | Iluminación | Lianas | Vigor | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

Regeneración natural en parcelas de 1x1

| Numero Arboles | Nombre Común | DAP (cm) | Altura (m) | Categorías silviculturales | | | | Observaciones |
|----------------|--------------|----------|------------|----------------------------|-------------|--------|-------|---------------|
| | | | | C. fuste | iluminación | lianas | Vigor | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

Calidad de fuste

1. Buena
2. Regular
3. Mala

Grado de infestación por liana

1. Sin lianas
2. Lianas en el fuste
3. Lianas en la copa
4. Lianas en el fuste y la copa

Clase de iluminación

1. Iluminación vertical y lateral plena
2. Iluminación vertical plena
3. Iluminación vertical parcial
4. Solo iluminación oblicua
5. Sin iluminación

Vigorosidad

1. Vigoroso
2. Media
3. Pobre

Anexo 2. Listado de árboles encontrados en el bosque de galería en la microcuenca Tomabú.

| N° | Especies | N. C | N° de individuos | | | total |
|----|--------------------|------------------------------------|------------------|-----|-----|-------|
| | | | P.A | P.M | P.B | |
| 1 | Guácimo de ternera | <i>Guazuma ulmifolia (Lam)</i> | 2 | 1 | 0 | 3 |
| 2 | Jocote | <i>Spondia purpurea</i> | 2 | 1 | 0 | 3 |
| 3 | Izote | <i>Yucca elephantipes(Regel)</i> | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 4 | Mango | <i>Manguifera indica</i> | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 5 | Laurel | <i>Cordia alliodora</i> | 5 | 0 | 0 | 5 |
| 6 | Guayabillo | <i>Myrcianthes storkii</i> | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 7 | Melero | <i>Thouinidium decandrum</i> | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 8 | Chilamate | <i>Ficus insípida</i> | 2 | 1 | 0 | 3 |
| 9 | Miligüiste | <i>Karwinskia calderonii</i> | 3 | 1 | 0 | 4 |
| 10 | Jiñocuabo | <i>Bursera simarouba</i> | 6 | 2 | 1 | 9 |
| 11 | Chaperno | <i>Lonchocarpus minimiflorus</i> | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 12 | Palo culebra | <i>Hamelia patens</i> | 2 | 0 | 0 | 2 |
| 13 | Guácimo molenillo | <i>Luehea candida</i> | 5 | 1 | 1 | 7 |
| 14 | Pochote | <i>Bombacopsis quinata</i> | 1 | 1 | 0 | 2 |
| 14 | Guacuco | <i>Eugenia salamensis</i> | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 16 | Chilca montera | <i>Thevenia ovata</i> | 2 | 0 | 0 | 2 |
| 17 | Quebra muela | <i>Asclepias curassavica</i> | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 18 | Lagarto | <i>Zanthoxylum belicense</i> | 2 | 0 | 1 | 3 |
| 19 | Mandagual | <i>Caesalpinia velutina</i> | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 20 | Tatascan | <i>Lippia chiapensis</i> | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 21 | Quebracho | <i>Lysiloma auritum</i> | 1 | 1 | 0 | 2 |
| 22 | Cornizuelo | <i>Acacia hindsii</i> | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 23 | Bunbun | <i>Diospyros nicaragüensis</i> | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 24 | Jagua | <i>Genipa americana</i> | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 25 | Cedro real | <i>Cedrela odorata</i> | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 26 | Ceiba | <i>Ceiba pentandra</i> | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 27 | Mora | <i>Chlorophora tinctoria</i> | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 28 | Madroño | <i>Calycophyllum candidissimum</i> | 2 | 0 | 0 | 2 |
| 29 | Guanacaste | <i>Enterolobium cyclocarpum</i> | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 30 | Jobo | <i>Spondia mombin</i> | 0 | 1 | 2 | 3 |
| 31 | Huevo de chancho | <i>Stemmadenia obovata</i> | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 32 | Mampas | <i>Lippia myriocephala</i> | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 33 | Tigüilote | <i>Cordia dentanda</i> | 0 | 0 | 1 | 1 |
| | Σ | | 43 | 15 | 11 | 69 |

N.C: nombre científico, **P.A:** parte alta, **P.M:** parte media, **P.B:** parte baja

Anexo 3. Distribución diamétrica del número de árboles mayores a 10 cm de diámetro del bosque de galería de la microcuenca Tomabú y el bosque de galería de la Hacienda las Mercedes

| Catg. | CD (cm) | N° Ind ha ⁻¹ | | | | Porcentajes | | | |
|-------|---------|-------------------------|-------|-------|--------------|-------------|-------|-------|--------------|
| | | P.A | PM | PB | Las Mercedes | P.A | P.M | PB | Las Mercedes |
| 1 | 10-19.9 | 85.71 | 21.43 | 14.29 | 90.90 | 55.81 | 40.00 | 36.38 | 37.03 |
| 2 | 20-29.9 | 39.29 | 17.86 | 0 | 63.63 | 25.58 | 33.34 | 0 | 25.92 |
| 3 | 30-39.9 | 17.86 | 3.57 | 3.57 | 54.54 | 11.63 | 6.66 | 9.09 | 22.22 |
| 4 | 40-49.9 | 0 | 0 | 3.57 | 27.27 | 0 | 0 | 9.09 | 11.11 |
| 5 | 50-59.9 | 0 | 10.71 | 7.14 | 9.09 | 0 | 19.99 | 18.18 | 3.07 |
| 6 | 60-69.9 | 3.57 | 0 | 3.57 | 0 | 2.32 | 0 | 9.09 | 0 |
| 7 | 70-79.9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 8 | 80-89.9 | 7.14 | 0 | 0 | 0 | 4.65 | 0 | 0 | 0 |
| 9 | >90 | 0 | 0 | 7.14 | 0 | 0 | 0 | 18.18 | 0 |
| Total | | 153.57 | 53.57 | 39.28 | 245.43 | 100 | 100 | 100 | 100 |

Anexo 4. Número de individuos < 10 cm encontrados en las tres partes altitudinales del bosque de galería de la microcuenca Tomabú

| ESPECIES | N° de individuos < 10 cm | | |
|--------------|--------------------------|-------------|------------|
| | Parte alta | Parte media | Parte baja |
| Madero negro | 1 | | |
| Melero | 1 | | |
| Caratillo | 1 | | |
| Cornizuelo | | 1 | 1 |
| Quebracho | | 1 | |
| Palo culebra | | 1 | |
| Higuera | | 1 | |
| Total | 3 | 4 | 1 |