



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA



MISSOURI BOTANICAL GARDEN

ESCUELA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AMBIENTALES

“ESTRUCTURA Y COMPOSICION FLORÍSTICA DEL  
BOSQUE SECO DE LA RESERVA ECOLÓGICA MILITAR  
ARENILLAS (REMA)”

TESIS DE GRADO PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL  
TÍTULO DE INGENIERO EN GESTIÓN AMBIENTAL

**AUTOR:**

Andrés Salazar

**DIRECTOR:**

Ing. Omar Cabrera

Loja - Ecuador

2011

## **CERTIFICACIÓN**

Ing.

Omar Cabrera

**DIRECTOR DE TESIS**

CERTIFICA:

Que el presente trabajo, denominado: “**ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN FLORÍSTICA DEL BOSQUE SECO EN LA RESERVA ECOLÓGICA MILITAR ARENILLAS (REMA)**” realizado por el egresado: **Andrés Salazar** cumple con los requisitos establecidos en las normas generales para la Graduación de la Universidad Técnica Particular de Loja, tanto en el aspecto de forma como de contenido, por lo cual me permito autorizar su presentación para los fines pertinentes.

Loja, 27 de Junio del 2011

Ing. Omar Cabrera

**DIRECTOR DE TESIS**

## **AUTORÍA**

La investigación, análisis, resultados, conclusiones y recomendaciones vertidas en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad del autor.

**Andrés Salazar**

## **CESIÓN DE DERECHOS DE TESIS**

**Sr. Rodman Andrés Salazar Poma**, declaro conocer y aceptar la disposición del Art. 67 del Estatuto Orgánico de la Universidad Técnica Particular de Loja que en su parte pertinente textualmente dice: “Forman parte del patrimonio de la Universidad la propiedad intelectual de las investigaciones, trabajos científicos o técnico y tesis de grado que se realicen a través, o con el apoyo financiero, académico o institucional (operativo) de la Universidad”.

Omar Cabrera  
DIRECTOR DE TESIS

Andrés Salazar  
AUTOR

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo a mis Padres, este logro es de ellos por su apoyo incondicional siempre.

**RODMAN ANDRÉS SALAZAR POMA**

## **AGRADECIMIENTO**

Para la realización de este trabajo, se contó con el apoyo de algunas instituciones que hicieron que esta investigación salga adelante tales como: Universidad Técnica Particular de Loja, Missouri Botanical Garden, y la Universidad Nacional de Loja; agradezco al Ing. Omar Cabrera por su apoyo, muy necesario para culminar este trabajo; también se contó con la valiosa ayuda profesional de algunos expertos como: Blgo. Carlos Iván Espinosa en el trabajo de campo y datos ecológicos, Ing. Andrea Jara en la identificación de las especies y trabajo de campo; Mat. Pablo Ramón y al Ing. Rafael Vicuña en el análisis espacial e interpretación de datos, y finalmente al Blgo. Carlos Naranjo por sus valiosos aportes. Agradezco de igual manera a mis padres y hermanos Ramiro y Magaly que sin su apoyo, no hubiera sido posible culminar este trabajo; a mis amigos: Ower, Diego Pablo, Manuel, Claudio, Cesar, de igual manera a Samara, Diana, Nora, Ximena, Priscila, Emperatriz, Vero, y finalmente a Andrés y José Luis por su ayuda en el trabajo de campo.

**Andrés Salazar**

<b>INDICE DE CONTENIDOS</b>	<b>PÁGINA</b>
<b>CERTIFICACIÓN</b>	<b>I</b>
<b>AUTORÍA</b>	<b>II</b>
<b>CESIÓN DE DERECHOS DE TESIS</b>	<b>III</b>
<b>DEDICATORIA</b>	<b>IV</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b>	<b>V</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>1</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>1</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>2</b>
<b>2. OBJETIVOS</b>	<b>4</b>
Objetivo General	<b>4</b>
Objetivos Específicos	<b>4</b>
<b>3. METODOLOGÍA</b>	<b>5</b>
<b>3.1 LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO</b>	<b>5</b>
<b>3.1.1 Reserva Ecológica Militar Arenillas (REMA)</b>	<b>5</b>
<b>3.2 METODOLOGÍA PARA REALIZAR EL INVENTARIO FLORÍSTICO DE LAS ESPECIES EN LA “REMA”</b>	<b>7</b>
<b>3.2.1 Selección del área de estudio</b>	<b>7</b>
<b>3.2.2 Delimitación de las parcelas de estudio</b>	<b>7</b>
<b>3.2.3 Registro de datos en la fase de campo</b>	<b>8</b>
<b>3.2.4 Cálculo de parámetros ecológicos</b>	<b>8</b>
<b>3.3 METODOLOGÍA PARA DETERMINAR LA ESTRUCTURA HORIZONTAL Y VERTICAL DE LA “REMA”</b>	<b>10</b>
<b>3.4 METODOLOGÍA PARA DETERMINAR LA DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LOS INDIVIDUOS DE LA “REMA”</b>	<b>11</b>
<b>4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	<b>14</b>
<b>4.1 COMPOSICIÓN FLORÍSTICA</b>	<b>14</b>
<b>4.1.1 Parámetros ecológicos</b>	<b>14</b>
a) Densidad	<b>15</b>
b) Densidad relativa	<b>15</b>
c) Dominancia relativa	<b>15</b>
d) Índice de Valor de Importancia	<b>16</b>
e) Frecuencia	<b>16</b>
f) Índice de Diversidad de Simpson y Shannon	<b>17</b>
<b>4.2 ESTRUCTURA DE LA VEGETACIÓN</b>	<b>18</b>
<b>4.2.1 Estructura horizontal</b>	<b>18</b>
<b>4.2.2 Estructura vertical</b>	<b>19</b>
<b>4.2.3 Perfiles estructurales</b>	<b>20</b>
a) Perfil horizontal	<b>20</b>
b) Perfil vertical	<b>21</b>
<b>4.4 DISTRIBUCIÓN ESPACIAL EN PARCELA PERMANENTE DE MUESTREO (PPM)</b>	<b>22</b>
<b>5. CONCLUSIONES</b>	<b>24</b>
<b>6. RECOMENDACIONES</b>	<b>25</b>
<b>7. BIBLIOGRAFIA</b>	<b>26</b>
<b>INDICE DE TABLAS</b>	<b>PÁGINA</b>
<b>Tabla 1:</b> Listado de especies presentes en la REMA. Parámetros ecológicos	<b>14</b>
<b>Tabla 2:</b> Clases diamétricas de los individuos de la REMA	<b>18</b>

<b>Tabla 3.</b>	Clases de altura para los individuos de la REMA	<b>19</b>
<b>Tabla 4.</b>	Especies registradas para perfiles horizontal y vertical en la REMA	<b>20</b>
<b>Tabla 5.</b>	Nombres de las especies presentes en los perfiles estructurales de la REMA	<b>21</b>

## **INDICE DE FIGURAS**

## **PÁGINA**

<b>Figura 1.</b>	Ubicación del Área de estudio en la Reserva Ecológica Militar Arenillas (REMA)	<b>6</b>
<b>Figura 2.</b>	Diseño de la distribución de la parcela permanente	<b>7</b>
<b>Figura 3.</b>	Diseño de la parcela para perfil estructural del bosque	<b>11</b>
<b>Figura 4:</b>	Patrones de distribución espacial	<b>12</b>
<b>Figura 5:</b>	Estructura diamétrica de la REMA	<b>18</b>
<b>Figura 6:</b>	Estructura por alturas de la REMA	<b>19</b>
<b>Figura 7.</b>	Perfil horizontal en PPM de REMA	<b>21</b>
<b>Figura 8:</b>	Perfil vertical en PPM de REMA	<b>21</b>
<b>Figura 9.</b>	Ubicación de individuos en PPM	<b>22</b>

## RESUMEN

En la Reserva Ecológica Militar Arenillas (REMA) perteneciente a la provincia de El Oro en Ecuador, se instaló una Parcela Permanente de Muestreo (PPM) para el análisis de datos, en donde se registraron 229 individuos con un DAP  $\geq 10$ cm correspondientes a 8 familias, 11 géneros y 13 especies. Los parámetros ecológicos muestran que la mayor densidad relativa registró *Tabebuia chrysantha* con un 34.5%. Las especies dominantes fueron *T. chrysantha* 50,82% y *Cochlospermum vitifolium* 10,26%. El IVI más alto tuvieron *T. chrysantha* (85.32%) y *Capparis scabrida* con (20.35%). El área basal fue de 9.85 m<sup>2</sup>/ha; mientras que las estructuras horizontal y vertical del bosque nos indica que se encuentra en recuperación. Mediante el índice de diversidad de Simpson, se determinó que la PPM presenta dominancia con un 82% de probabilidad de encontrar dos individuos de la misma especie, en esa zona; además se determinó una baja diversidad en el bosque (0.4) utilizando el índice de Shannon. La distribución espacial de todas las especies de la PPM fue aleatoria.

**Palabras clave:** bosque seco, composición, estructura, DAP, Índice de Simpson, índice de Shannon, distribución espacial, K de Ripley.

## ABSTRACT

In the Ecologic Military Reserve Arenillas "REMA" belongs to El Oro province of Ecuador, we settled one Permanent Plot (PPM) where we registered 229 ind with DBH  $\geq 10$  cm, in 8 families, 11 genders and 13 species. The ecological parameters presents to *Tabebuia chrysantha* as the specie with highest density in the area. The dominant species were *T. chrysantha* 50.82% and *Cochlospermum vitifolium* 10,26%. The higher Importance Value Index (IVI) was reached by *T. chrysantha* (85.32%) and *Capparis scabrida* with (20.35%). The basal area was 9.85 m<sup>2</sup>/ha. In the other hand the structures horizontal and vertical show us a regeneration forest. Using the Simpson index we set that the Permanent Plot show dominance with a 82% of find two individuals of the same specie in this zone; plus we determine a low diversity in the forest (0.4) using the Shannon index. The spatial distribution of all the species was random.

**Keywords:** dry forest, floristic composition, structure, DBH, Simpson index, Shannon index, spatial distribution, Ripley's K.

## 1. INTRODUCCION

Los bosques secos tropicales son uno de los ecosistemas más amenazados del planeta, incluso mucho más que los bosques lluviosos tropicales (Paladines, 2003). Se caracterizan por poseer una larga estación seca (5 a 6 meses), en donde la disponibilidad de agua es limitada, razón por la cual existe altos niveles de competencia entre sus individuos (Aguirre *et al.* 2006a). Además son áreas relativamente pobres en especies (si se comparan con los bosques húmedos tropicales) pero ricas en endemismos (Granda y Guamán 2006).

Se encuentran ubicados en extensas áreas en Centroamérica, México, América del Sur y además en áreas representativas menos extensas hacia el Caribe en Venezuela, Colombia, hacia el Océano Pacífico en Ecuador y el Norte del Perú (Lamprecht, 1990). Estos ecosistemas son de gran importancia económica para los pobladores que habitan dentro o en sus alrededores, pues los abastece de productos maderables y no maderables que inclusive algunas veces son utilizados para la venta (Aguirre *et al.* 2006b).

En el Ecuador, los bosques secos forman parte de la Región Tumbesina, en donde abarcan 135.000 km<sup>2</sup> aproximadamente, compartidos en la costa de Ecuador y Perú, y distribuidos desde la provincia de Esmeraldas (Ecuador) hasta el departamento de La Libertad (Perú) (Contento 2000). En un principio el bosque seco en Ecuador según Sierra (1999), alcanzaba una extensión de cerca de los 25000 km<sup>2</sup>; y para el año 2005, Aguirre & Kvist, estiman que en la actualidad más del 50% habría desaparecido; como producto de actividades antrópicas tales como la sobreexplotación y degradación de los bosques para la extracción de madera, ampliación de frontera agrícola, incendios forestales, y el pastoreo para la crianza de ganado caprino y bovino.

La falta de información, así como la caracterización de los recursos en este ecosistema es escasa, pero gracias a investigaciones confiables realizadas en Ecuador y Perú (Aguirre *et al.*, 2001; Aguirre & Delgado, 2005; Cerón, 1993, 1996, 2002; Josse & Balslev, 1994; Klitgaard *et al.*, 1999; Linares-Palomino & Ponce-Álvarez 2005; Madsen *et al.*, 2001; Nuñez, 1997, Espinosa, *et al.* 2011) han servido de base para elaborar una base de datos conjunta con las especies

leñosas de las formaciones vegetales de los bosques estacionalmente secos del Ecuador y norte del Perú (Aguirre *et al.* 2006b).

Así mismo, las áreas boscosas de la REMA, han sido poco estudiadas en cuanto a su composición florística, en comparación con los bosques secos suroccidentales de la provincia de Loja, donde se han realizado varios estudios (Aguirre *et al.*, 2006; Aguirre y Kvist, 2005; Aguirre *et al.*, 2001; Herbario LOJA, 2001; 2003, Sánchez *et al.*, 2005), de igual manera al nor-occidente en el Parque Nacional Machalilla (Hernández & Josse, 1997) y en la Isla Puna (Madsen *et al.*, 2001).

Frente a la falta de información, y a su vez, la importancia que posee este ecosistema, se llevó a cabo la presente investigación con la finalidad de analizar los parámetros ecológicos, dasométricos y de distribución espacial para aportar conocimientos botánicos que servirán para impulsar actividades de conservación para este ecosistema. La presente investigación se desarrolló en los años 2009-2010, mediante el establecimiento de una parcela permanente y con el apoyo económico del Missouri Botanical Garden y la Universidad Técnica Particular de Loja (UTPL).

## 2. **OBJETIVOS:**

### **OBJETIVO GENERAL:**

- Determinar la composición florística y la estructura del bosque seco de la Reserva Ecológica Militar Arenillas (REMA)

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Los objetivos para la presente investigación fueron los siguientes:

- Realizar el inventario florístico de las especies existentes en la REMA

- Determinar la estructura horizontal y vertical de la REMA
- Determinar el patrón de distribución espacial para los individuos presentes en la parcela permanente de muestreo de la REMA.

### **3. METODOLOGÍA**

#### **3.1 LOCALIZACION DEL ÁREA DE ESTUDIO**

La presente investigación se realizó en la parte sur-occidente del Ecuador en la provincia del Oro, entre los cantones Arenillas y Huaquillas, en la Reserva Ecológica Militar Arenillas.

##### **3.1.1 Reserva Ecológica Militar Arenillas (REMA)**

Está ubicada al suroccidente del Ecuador en el cantón Arenillas, provincia del El Oro. Tiene una superficie aproximada de 17 083 ha (Figura 1); obtuvo su reconocimiento oficial el 16 de mayo del 2001 y publicado en el Registro Oficial

Número 342 del 7 de junio del 2001; además está incluida dentro del Sistema Nacional de Áreas Protegidas desde junio de 2001, y es administrado por el Ministerio de Defensa Nacional por constituirse en una zona de seguridad nacional (DarwinNet, 2005 & Ministerio de Defensa, 2004).

La REMA posee un rango altitudinal que va de 0 a 300 msnm con un clima cálido y seco; su temperatura está sobre los 24° C y la precipitación varía de acuerdo con las zonas climáticas: zona cálida árida, menos de 350 mm/año; zona cálida muy seca, 300–500 mm/año; y, zona cálida seca 500–1000 mm/año (Rossi, 2007).

De acuerdo a la Clasificación de Vegetación propuesta por Sierra (1999), esta Reserva ubicada en la Subregión Sur, sector de Tierras Bajas, incluye cinco formaciones vegetales: manglares, matorral seco de tierras bajas, bosque decíduo de tierras bajas, bosque semidecíduo de tierras bajas y espinar litoral.

En la figura 1 se presenta la ubicación del área de estudio.

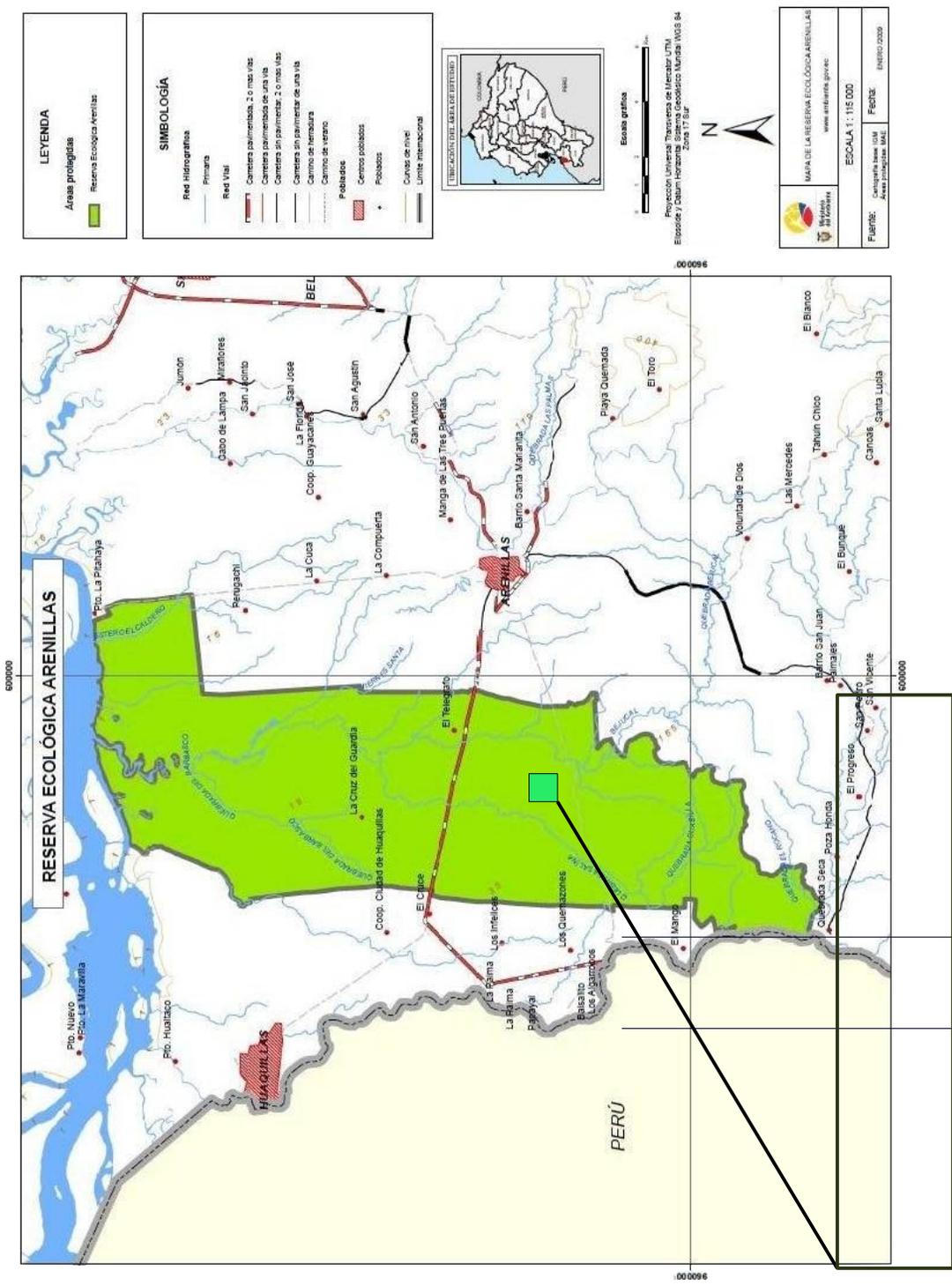


Figura 1. Ubicación del Área de estudio en la Reserva Ecológica Militar Arenillas (REMA)  
Fuente: MAE (2009)

### 3.2 METODOLOGÍA PARA REALIZAR EL INVENTARIO FLORÍSTICO DE LAS ESPECIES EN LA “REMA”

### 3.2.1 Selección del área de estudio

Para instalar la parcela permanente y desarrollar el presente estudio, se seleccionó un área representativa dentro del Bosque de la Reserva Ecológica Militar Arenillas; para lo cual se consideraron aspectos principales como: la topografía del terreno (pendientes regulares) la uniformidad de la vegetación y la ubicación de los bosques, con el fin de evitar el efecto de borde.

### 3.2.2 Delimitación de las parcelas de estudio

Identificados el sitio de investigación, con ayuda de una brújula se delimitó e instaló la parcela permanentes de 1 ha (100 x 100 m), para lo cual se utilizó mojonos de cemento y piola, los mismos que sirvieron como puntos de referencia colocados cada 20 m. Una vez demarcados los cuadrantes permanentes se subdividió en 25 subparcelas de 400 m<sup>2</sup> (20 x 20 m) a las que se asignó un código, y finalmente con ayuda de un GPS, se registró las coordenadas geográficas del cuadrante según la metodología empleada por Granda y Guamán (2006). Ver figura 2.



### 3.2.3 Registro de datos en la fase de campo

En las parcelas de 20 x 20 m se midió todos los individuos con diámetro (DAP) mayor o igual a 10 cm; además se realizó la identificación en pie de los individuos por parte de especialistas botánicos directamente en el área de estudio, para las especies de difícil identificación se colectaron 3 muestras botánicas por especie, que fueron identificadas en el Herbario de la Universidad Técnica Particular de Loja (HUTPL), y en el Herbario "Reinaldo Espinosa" de la Universidad Nacional de Loja. En el campo cada individuo fue marcado con

pintura a una altura de 1,30 cm a partir del nivel del suelo. Los diámetros se determinaron midiendo la circunferencia de cada uno de los individuos con una cinta métrica y luego se transformó los valores a DAP dividiendo para  $\pi$  (3,1416). A cada individuo se colocó placas de aluminio con un código alfabético y numérico a 1,45 m de altura desde el suelo, tal como lo recomiendan Granda y Guamán (2006).

Finalmente para la ubicación espacial de cada individuo se obtuvo la medida desde el punto de origen de la parcela hasta cada uno de los individuos con la ayuda de un flexómetro, y la orientación se la obtuvo con la ayuda de una brújula. Estos datos fueron ingresados en el programa AutoCad 2008 obtener las coordenadas de cada individuo (georeferenciación).

### 3.2.4 Cálculo de parámetros ecológicos

Se realizaron los siguientes cálculos para caracterizar la vegetación del bosque basado en Cerón (1993), y Granda & Guamán (2006) utilizando las siguientes fórmulas:

Área Basal (AB) =  $d^2 / 4$ , en m<sup>2</sup> (d = diámetro)

Frecuencia (Fr) =  $\frac{\text{Número de cuadrante en que está la especie}}{\text{Número total de cuadrantes evaluados}}$

Frecuencia Relativa (FrR) =  $\frac{\text{Número de cuadrante en que está la especie}}{\text{Número total de cuadrantes evaluados}} \times 100$

Densidad (D) =  $\frac{\text{No. total de individuos de todas las especies}}{\text{Total del área muestreada}}$

Densidad Relativa (DR) =  $\frac{\text{No. de individuos por especie}}{\text{Número total de individuos}} \times 100$

Dominancia Relativa (DmR) =  $\frac{\text{Área basal de la especie}}{\text{Área basal de todas las especies}} \times 100$

Índice Valor de Importancia (IVI) = DR + DmR

Para conocer la diversidad del bosque de la REMA, con los datos obtenidos de individuos iguales o mayores a 10 cm de DAP se calculó los índices de Simpson y Shannon (Cerón, 2003), para determinar la diversidad alfa ( $\alpha$ ) del bosque usando los siguientes índices:

#### Índice de Simpson

$$P_i = \frac{n}{N} (P_i)^2$$

Donde:

σ

= Índice de dominancia

n = N° de individuos de la especie

N = N° de todas las especies

Este índice mide la probabilidad de que dos individuos escogidos al azar, en una comunidad infinita correspondan a la misma especie.

**Índice de Shannon:**

$$H^1 = -\sum Pi.Ln.Pi$$

**Donde:**

H<sup>1</sup> = Índice de Shannon

Ln = Logaritmo natural de N

Pi = Proporción del número total de individuos que constituye la especie i

Este índice se usa en ecología para medir la biodiversidad, para la cual contempla la cantidad de especies presentes en el área de estudio (riqueza de especies) y la cantidad relativa de individuos de cada una de esas especies (abundancia).

### **3.3 METODOLOGÍA PARA DETERMINAR LA ESTRUCTURA HORIZONTAL Y VERTICAL DE LA “REMA”**

Para determinar la estructura del bosque, se elaboraron perfiles estructurales (horizontal y vertical) para lo cual se empleó una variación de la metodología utilizada por Morales (2002) que consistió en hacer un transecto de 50m de largo por 10 de ancho en un sector representativo del bosque, tomando en cuenta los individuos iguales o mayores a 10 cm de DAP; se trazó un eje en la mitad de la parcela, se midió la distancia a la que se encuentra cada árbol (0 - 50 m), distancia horizontal desde el eje (izquierda y derecha).

Previo a determinar las estructuras horizontal y vertical, se agrupó los registros de DAP y de altura en 6 clases, con intervalos de 12,37cm y 6,3m

respectivamente. En la Tabla 2 se puede apreciar las clases de DAP, y en la Tabla 3 las clases de altura.

Además para los perfiles estructurales, se consideró la altura y diámetro de cada individuo. Los datos fueron representados gráficamente en papel milimetrado a escala. En la Figura 3 se ilustra el esquema de la parcela para levantar información que permitió elaborar los perfiles estructurales. Lamprecht (1990) señala que la distribución diamétrica en bosques nativos jóvenes en proceso de recuperación se presenta mediante una tendencia de “J” invertida en su gráfica. La estructura vertical nos indica los estratos del bosque, en base a su altura y pueden ser los siguientes: **estrato dominante** que lo conforman aquellos individuos que registraron mayores alturas, **estrato co-dominante** aquellos que poseen alturas intermedias y se posicionan bajo los individuos del estrato dominado y finalmente el **estrato suprimido**, conformado por los individuos muy jóvenes con alturas menores que se encuentran bajo los estratos anteriores (Granda y Guamán, 2006).

10m

Árbol

50m

Figura 3. Diseño de la parcela para perfil estructural del bosque

### 3.4 METODOLOGÍA PARA DETERMINAR LA DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LOS INDIVIDUOS DE LA “REMA”

La distribución espacial de las especies se la realizó obteniendo las coordenadas geográficas de las 4 esquinas de la parcela mediante el uso de un GPS. Luego, dentro de cada sub-parcela se procedió a ubicar cada individuo mediante el uso de un flexómetro y brújula. Posteriormente, se utilizó el programa de análisis de datos R Development Core Team 2010, para obtener los gráficos de la función K de Ripley modificada. Esto se lo consiguió aplicando

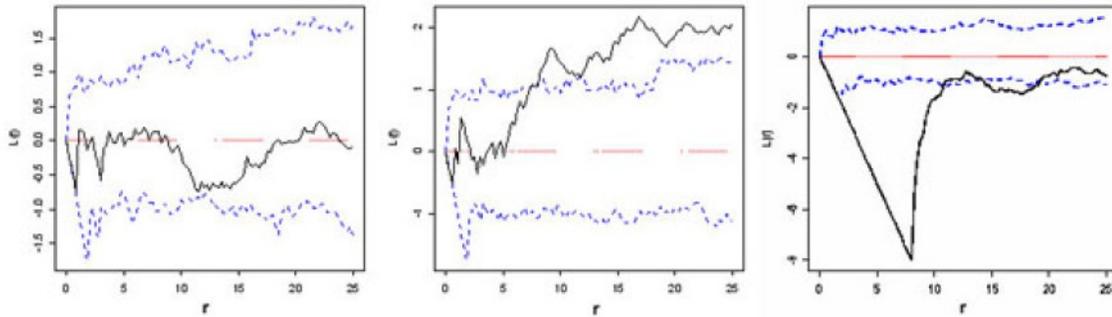
los paquetes “spatstat” (Baddeley & Turner, 2005).y “ecespa” (De la Cruz, 2008) en el análisis de datos para obtener el gráfico de ubicación de los individuos en la parcela permanente de muestreo.

Para analizar el patrón espacial, se aplicó el estadístico “O” de Wiegand & Moloney, que se relaciona con la función K de Ripley (Wiegand & Moloney 2004). La función K de Ripley es el número esperado de puntos en un círculo de radio  $r$  y centro en un punto arbitrario, mientras que el estadístico “O” reemplaza a los círculos por anillos, para aislar los efectos en clases de distancia determinados. Mientras tanto, la función K de Ripley presenta efectos acumulativos que generan dificultades en la interpretación en los eventos a larga distancia con los eventos verificados a corta distancia.

El cálculo del estadístico “O” implica la utilización de un anillo de radio  $r$  y ancho  $dr$  que es centrado en cada punto del patrón, en el que se cuentan el número de puntos vecinos que se encuentran dentro del mismo. Para  $n$  individuos distribuidos en un área  $A$ , la densidad ( $d=n/A$ ) es el número promedio de individuos por unidad de área. La función  $O(r)$  es el número esperado de puntos dentro de un anillo de radio  $r$  centrado en un punto arbitrario del patrón.

El estadístico “O” es análogo a la función K de Ripley, y se define como:  $O(r) = g(r) * \lambda$  donde  $g(r)$  es:  $[dK(r)/dr]/(2.\pi.r)$  donde  $K(r)$  es el valor de la función de Ripley definido como:  $K(r) = \lambda^{-1} * E(r)$ .

Se asigna la categoría: agrupada, al azar, o uniforme, a la distribución espacial presentada por los individuos dentro de la PPM según los criterios que presenta De la Cruz (2006) indicando los patrones de distribución aplicando la K de Ripley modificada. La Figura 4, muestra gráficos a los cuales se les ha aplicado el test de aleatoriedad espacial completa (CSR por sus siglas en inglés que significa Complete Spatial Randomness) o lo que es lo mismo, aleatoriedad en todas sus escalas. El test consiste en calcular la función K del patrón de puntos observados en el área de muestreo y compararlo con el de la función K teórica de un patrón de Poisson. El valor teórico esperado es de aleatoriedad; si el valor obtenido fuese mayor que la función K, se trataría de patrones agregados, y si el valor resulta menor se trataría de un patrón uniforme.



**Figura 4. Patrones de distribución espacial.**  
**Izquierda: Aleatorio; Centro: Agrupado; Derecha: Uniforme.**

La curva negra, se denomina “observada” e indica el patrón de distribución de los individuos; las líneas azules se denominan “envueltas”, y están construidas con los valores máximos y mínimos de  $K(r)$  obtenidos en 99 simulaciones de patrones completamente aleatorios.

El valor teórico de  $K(r)$  para un patrón aleatorio es 0. Valores de  $K(r)$  empírica mayores que 0 indican agrupamiento y valores menores que 0 indican repulsión o regularidad. Valores de  $K(r)$  empírica mayores que 0 pero menores que las envueltas superiores no son significativamente distintos de 0 desde un punto de vista estadístico. Valores de  $K(r)$  empírica menores que 0 pero mayores que las envueltas inferiores no son significativamente distintos de 0 desde un punto de vista estadístico. Es decir, sólo concluiremos que existen patrones no aleatorios a las distancias ( $r$ ) a las que la curva negra esté por fuera de las curvas coloreadas.

## **4. RESULTADOS Y DISCUSION**

### **4.1 COMPOSICIÓN FLORÍSTICA**

En el bosque de la REMA, se registraron 229 individuos/ha iguales o mayores a 10 cm de DAP. Se identificaron 13 especies correspondientes a 11 géneros en 9 familias. Las especies sobresalientes son: *Tabebuia chrysantha*, *Caparis scabrida* y *Eriotheca ruizii*. En la Tabla 1, se muestra el listado de las especies registradas.

En Algodonal (prov. Loja) Granda y Guamán (2006) en una PPM de 1ha. y muestrearon los individuos con un DAP  $\geq$  5cm y se registraron 14 familias, 23 géneros y 24 especies; y en La Ceiba (prov. Loja) se registraron 21 familias, 32 géneros y 33 especies. Se registró mayor cantidad de individuos seguramente debido a que el presente estudio tomó en consideración los individuos con un DAP  $\geq$  10cm.

#### **4.1.1 Parámetros ecológicos**

Los parámetros ecológicos de las especies arbóreas con diámetros mayores a 10 cm de DAP del bosque de la REMA, se muestran en la Tabla 1.

FAMILIA	ESPECIE	Número de Individuos	Área Basal (m2/ha)	Frecuencia	Densidad	Dominancia relativa (%)	Densidad Relativa (%)	Frecuencia relativa (%)	IVI (%)
BIGNONIACEAE	<i>Tabebuia chrysantha</i> (Jacq.) G. Nicholson	79	5.01	23	0.79	50.82	34.50	92	85.32
CAPPARACEAE	<i>Capparis scabrida</i> Kunth	33	0.58	19	0.33	5.94	14.41	76	20.35
BOMBACACEAE	<i>Eriotheca ruizii</i> (K. Schum.) A. Robyns	27	0.76	18	0.27	7.67	11.79	72	19.46
BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i> (Kunth) Triana & Planch.	18	0.82	8	0.18	8.37	7.86	32	16.23
CAPPARACEAE	<i>Capparis flexuosa</i> (L.) L.	17	0.43	14	0.17	4.38	7.42	56	11.80
FABACEAE	<i>Chloroleucon mangense</i> (Jacq.) Britton & Rose	16	0.43	12	0.16	4.40	6.99	48	11.38
BIXACEAE	<i>Cochlospermum vitifolium</i> (Willd.) Spreng.	13	1.01	10	0.13	10.26	5.68	40	15.94
FABACEAE	<i>Geoffroea spinosa</i> Jacq.	11	0.17	8	0.11	1.76	4.80	32	6.56
ERYTHROXYLACEAE	<i>Erythroxylum glaucum</i> O.E. Schulz	7	0.13	5	0.07	1.32	3.06	20	4.38
THEOPHRASTACEAE	<i>Jacquinia sprucei</i> Mez	5	0.11	5	0.05	1.12	2.18	20	3.30
BOMBACACEAE	<i>Ceiba trichistandra</i> (A. Gray) Bakh.	1	0.13	1	0.01	1.28	0.44	4	1.72
FABACEAE	<i>Erythrina velutina</i> Willd.	1	0.25	1	0.01	2.55	0.44	4	2.99
BIGNONIACEAE	<i>Tabebuia bilbergii</i> (Bureau & K. Schum.) Standl.	1	0.01	1	0.01	0.14	0.44	4	0.57

Tabla 1: Listado de especies presentes en la REMA. Parámetros ecológicos

#### a) Densidad (D)

Las especies que presentan mayor densidad en la REMA son: *Tabebuia chrysantha* con 79 individuos/ha, seguido de *Capparis scabrida* con 33 individuos/ha; con menor número de individuos está *Eriotheca ruizii*, registrando 27 individuos/ha (Tabla 1).

Granda y Guamán (2006) indican en su estudio que las especies que presentan mayor densidad en los bosques Algodonal y La Ceiba son: *Simira ecuadorensis* con 278 y 236 individuos/ha, seguido de *Tabebuia chrysantha* con 251 y 169 individuos/ha respectivamente; con menor número de individuos está *Calliandra taxifolia* 168 individuos/ha en el bosque Algodonal y *Cordia macrantha* con 152 individuos/ha en el bosque La Ceiba.

#### b) Densidad relativa (Dr)

En el bosque de la REMA, las mayores densidades relativas presentan *Tabebuia chrysantha* con 34.5%; *Capparis scabrida* 14.41% y *Eriotheca ruizii* 11.79% (Tabla 1).

En los bosques Algodonal y La Ceiba las mayores densidades relativas presentan *Simira ecuadorensis* con 25,14% y 24,7%; *Tabebuia chrysantha* 22,69% y 17,6%. En el primer bosque se suma *Calliandra taxifolia* con 15,19% y *Prockia crucis* 8,05%. En el bosque La Ceiba *Cordia macrantha* con 15,8% y *Citharexylum sp.* con el 5% (Granda y Guamán, 2006).

**c) Dominancia relativa (Dmr)**

Las especies dominantes en el bosque de la REMA son: *Tabebuia chrysantha* 50,82%, domina principalmente por tener mayor número de individuos, *Cochlospermum vitifolium* 10,29%, seguido de *Bursera graveolens* y *Eriotheca ruizii* con 8,37% y 7,67% respectivamente (Tabla 1).

Estos datos coinciden en parte con Granda y Guamán (2006), en su estudio realizado en los bosques de “Algodonal” y “La Ceiba” en donde instalaron q parcela permanente de muestreo en cada sitio. Indican que en Algodonal *Tabebuia chrysantha* con 28,47% domina principalmente por tener mayor número de individuos, seguido de *Ceiba trichistandra* con 20,19% y *Eriotheca ruizii* con 12,96%. En la Ceiba las especies dominantes fueron *Ceiba trichistandra* con 22,34% y *Cochlospermum vitifolium* con 13,50% (Tabla 1).

La similitud del área de estudio con el bosque seco de Algodonal, se podría atribuir a que ambos sitios presentan condiciones parecidas en lo referente a clima, y topografía, además del nivel de intervención en el que se encuentran, pues como se menciona anteriormente, la extracción ilegal de madera en la REMA es una de sus principales amenazas, y en Algodonal existe una situación muy similar, el bosque de La Ceiba presenta un nivel de intervención moderada y se encuentra mejor conservado, tal como lo menciona Granda y Guamán (2006).

**d) Índice de Valor de Importancia (IVI)**

Las especies ecológicamente más importantes son: *Tabebuia chrysantha*, *Capparis scabrida*, *Eriotheca ruizii* y *Busrsera graveolens*, debido a la abundancia y dominancia en el área de estudio (Tabla 1).

Los datos obtenidos, coinciden en parte con Granda y Guamán (2006) en donde señalan que Las especies ecológicamente más importantes en los bosques Algodonal y La Ceiba son: *Tabebuia chrysantha*, *Simira ecuadorensis*, *Ceiba trichistandra*, *Cordia macrantha*, *Calliandra taxifolia*, *Cochlospermum vitifolium* y *Eriotheca ruizii*, debido a la abundancia y dominancia en las áreas de estudio.

#### e) **Frecuencia**

*Tabebuia chrysantha* (92%), *Capparis scabrida* (76%) y *Eriotheca ruizii* (72%) son las especies que presentan las frecuencias más elevadas en el área de estudio, debido a que estas especies se encuentran distribuidas casi en toda la parcelas de estudio (Tabla 1).

Granda y Guamán (2006) indica que *Tabebuia chrysantha*, y *Simira ecuadorensis* presentan frecuencias de 100%, lo que indica que estas especies se encuentran en regeneración en este sitio, situación que coincide en la REMA pero solo con *T. chrysantha*.

#### f) **Índices de diversidad de Simpson y Shannon**

En la REMA el índice de Simpson es de 0,82 es decir, que la diversidad es alta y el índice de Shannon presenta un valor de 0,4 que indica una diversidad de magnitud baja. La diferencia entre los resultados se debe a que el primer índice considera las especies abundantes y el segundo a más de considerar la abundancia toma en cuenta el número total de especies

En Algodonal la diversidad es alta (0,82) para el índice de Simpson, y según el índice de Shannon muestra una diversidad de magnitud baja (0,31); en La Ceiba se muestra igualmente una diversidad alta según el Índice de Simpson (0,94) y el índice de Shannon presenta diversidad de magnitud media (0,42) (Granda y

Guamán, 2006). Los datos obtenidos en la REMA coinciden con los de Algodonal en cuanto a diversidad.

## 4.2 ESTRUCTURA DE LA VEGETACIÓN

### 4.2.1 Estructura Horizontal

Se registraron 229 individuos con un DAP igual o mayor a 10 cm y un área basal total de 9,85 m<sup>2</sup>/ha; 132 individuos pertenecen a la clase diamétrica I, (57,64%); 55 a la clase II (24,01%); 24 pertenecen a la clase diamétrica III (10,48%); 8 a la clase diamétrica IV (3,49%); la clase V registra 7 individuos (3,05%); y finalmente la clase VI que indica aquellos que cuentan con más de 71,89 de DAP se registra 3 individuos con 1,31% del total (Tabla 2).

CLASES DAP		N° ind
CLASE I	10 – 22,37	132
CLASE II	22,38 – 34,75	55
CLASE III	34,76 – 47,13	24
CLASE IV	47,14 –	8

IV	59,51	
CLASE V	59,52 - 71,89	7
CLASE VI	$\geq 71,89$	3

**Tabla 2. Clases diamétricas de los individuos de la REMA**

Como se puede observar en la Figura 5, las dos primera clases diamétricas son las más abundantes debido a que abarca individuos de hasta 34,75 cm de DAP en la REMA, lo que permite aseverar que son bosques densos con árboles delgados. Esta característica hace que la distribución diamétrica tenga la forma de una “J” invertida.

**Figura 5. Estructura diamétrica de la REMA**

#### **4.2.2 Estructura vertical**

Se registraron 109 individuos pertenecen a la clase diamétrica I, (47,6%); 78 a la clase II (34,06%); 35 pertenecen a la clase diamétrica III (15,28%); 1 a la clase diamétrica IV (0,44%); la clase V registra 4 individuos (1,75%); y finalmente la

clase VI que indica aquellos que cuentan con más de 36,05 m del altura se registra 2 individuos con 0,87% del total (Tabla 3).

CLASES ALTURA		Nº ind
CLAS E I	4,5 - 10,8	109
CLAS E II	10,9 - 17,11	78
CLAS E III	17,12 - 23,42	35
CLAS E IV	23,43 - 29,73	1
CLAS E V	29,74 - 36,04	4
CLAS E VI	≥ 36,05	2

**Tabla 3: Clases de altura para los individuos de la REMA**

La estructura vertical presenta mayor abundancia de individuos en las clases de tamaños menores, lo que indica que a medida que aumenta la altura disminuye el número de individuos.

Como se puede observar la Figura 6 en las tres primera clases se concentra la mayor cantidad de individuos (222 ind) de 4,5 m hasta 23,42 m de altura, obteniendo una “J” invertida, lo que nos indica que existen mayor número de individuos en las clases menores y menor número en las clases mayores.

**Figura 6. Estructura por alturas de la REMA**

#### **4.2.3 Perfiles estructurales**

En la Tabla 4 se presenta las especies registradas en el bosque de la REMA, cuyos datos sirvieron para la elaboración de los perfiles horizontal y vertical, que se grafican en la Figura 5 y 6, respectivamente.

Estrato	Familia	Especie	No Ind
Dominante >14,1 m	BIGNONIACEAE	<i>Tabebuia chrysantha</i>	1
Co dominante 6 - 14 m	BIGNONIACEAE	<i>Tabebuia chrysantha</i>	3
Suprimido 4 - 6 m	FABACEAE	<i>Chloroleucon mangense</i>	1
	CAPPARACEAE	<i>Capparis scabrida</i>	3
	BIGNONIACEAE	<i>Tabebuia chrysantha</i>	2

Tabla 4. Especies registradas para perfiles horizontal y vertical en la REMA

En el estrato dominante se registró a *Tabebuia chrysantha* como único individuo de más de 14 m de altura, en el estrato co-dominado de 6.1 a 14 m de altura encontramos 3 especies correspondientes a *T. chrysantha*, y finalmente en el estrato suprimido, de 4 a 6 m de altura encontramos a 3 especies que son *Chloroleucon mangense*, *Capparis scabrida* y *T. chrysantha* tal como se observa en la Tabla 4. En la parcela permanente de muestreo se ha registrado una gran cantidad de individuos jóvenes y pocos árboles maduros producto de una lenta recuperación luego de haber soportado la extracción selectiva de madera (Rossi, 2007).

a) **Perfil horizontal**

La figura 7 muestra la distribución horizontal de los individuos mayores o iguales a 10 cm de DAP del bosque seco del área de estudio

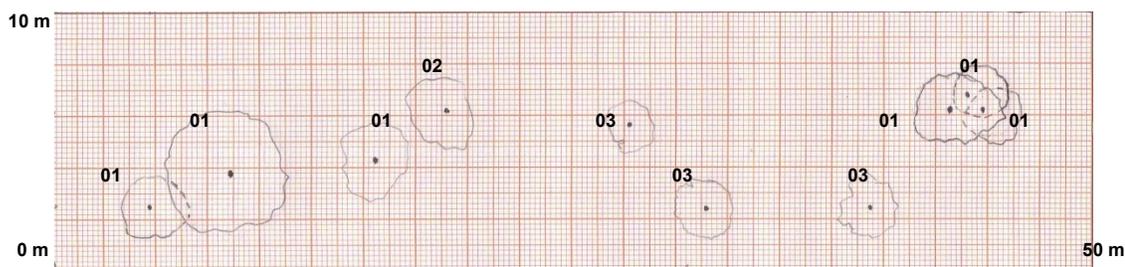
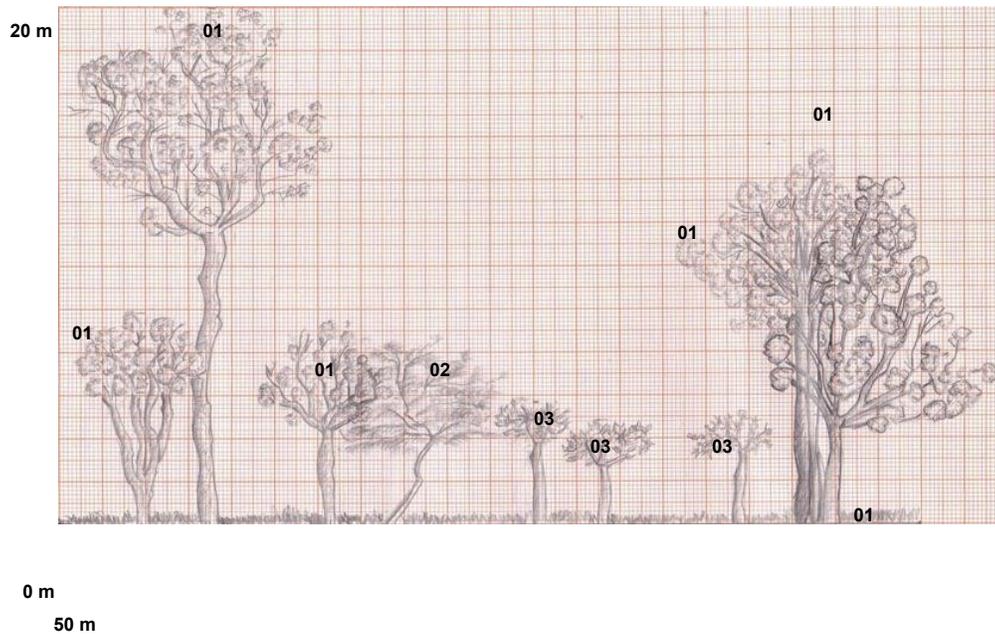


Figura 7: Perfil horizontal en PPM de REMA

b) **Perfil vertical**

La figura 8 muestra la distribución vertical de los individuos mayores o iguales a 10 cm de DAP del bosque seco del área de estudio



**Figura 8: Perfil vertical en PPM de REMA**

Los nombres de las especies para ambos perfiles, se muestra a continuación en la Tabla 5:

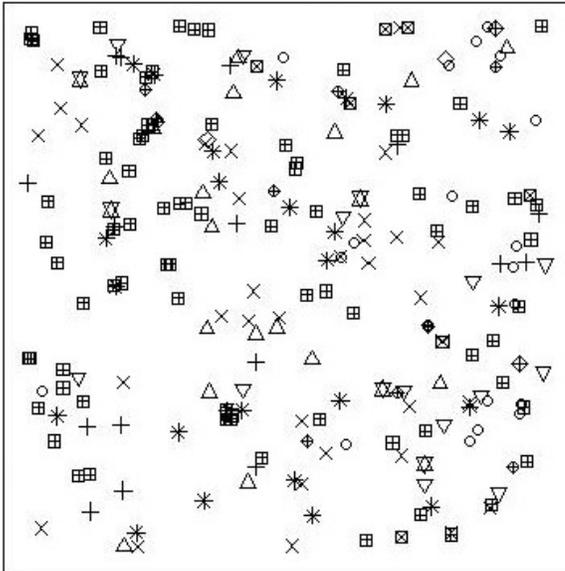
01.	<i>Tabebuia chrysantha</i> (Jacq.) G. Nicholson
02.	<i>Chloroleucon mangense</i> (Jacq.) Britton & Rose
03.	<i>Capparis scabrida</i> Kunth

**Tabla 5. Nombres de las especies presentes en los perfiles estructurales de la REMA**

En los perfiles estructurales se observa la distribución y posición de las especies, y se observa que existen claros en el bosque producto de la extracción en la zona (Figura 7 y 8).

#### **4.4 DISTRIBUCIÓN ESPACIAL EN PARCELA PERMANENTE DE MUESTREO (PPM)**

A continuación se presenta un gráfico con la distribución de todas las especies que se encuentran dentro de la parcela permanente, con diferente símbolo para cada especie (Figura 9).

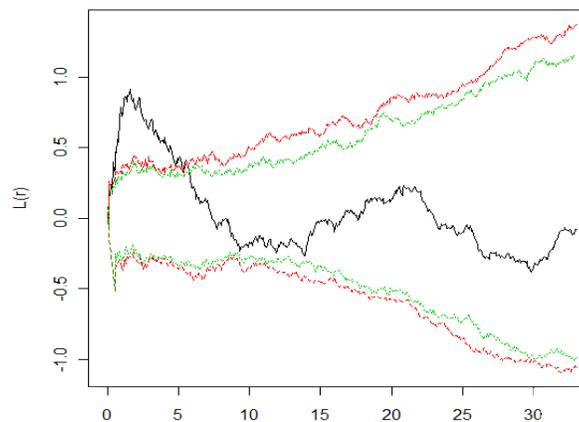


○	<i>Bursera graveolens</i> (Kunth) Triana & Planch.
△	<i>Capparis flexuosa</i> (L.) L.
+	<i>Chloroleucon mangense</i> (Jacq.) Britton & Rose
×	<i>Capparis scabrida</i> Kunth
◇	<i>Ceiba trichistandra</i> (A. Gray) Bakh.
▽	<i>Cochlospermum vitifolium</i> (Willd.) Spreng.
▣	<i>Erythroxylum glaucum</i> O.E. Schulz
*	<i>Eriotheca ruizii</i> (K. Schum.) A. Robyns
⊕	<i>Erythrina velutina</i> Willd.
⊖	<i>Geoffroea spinosa</i> Jacq
⊗	<i>Jacquinia sprucei</i> Mez
⊕	<i>Tabebuia chrysantha</i> (Jacq.) G. Nicholson
⊗	<i>Tabebuia bilbergii</i> (Bureau & K. Schum.) Standl.

**Figura 9. Ubicación de individuos en la PPM**

La distribución de los individuos en la Parcela Permanente de Muestreo presentan una

distribución agrupada hasta los 7 metros de distancia; y en adelante muestra aleatoriedad en la distribución de los individuos; tal como lo indica el siguiente grafico, que nos presenta mediante una modificación de la K de Ripley la distribución de los individuos, en base a su posición (Figura 10).



**Figura 10: Función K de Ripley modificada para todas las especies en la parcela permanente de muestreo**

En la figura 10 se puede apreciar que la observada supera el límite de la envuelta para luego descender, indicando agrupación hasta los 7 m, lo cual se debe posiblemente a la relación especie-suelo, y suelo-especie que presenta Saritama (2010) en su estudio de latizales en la misma área de estudio, en donde indica que los individuos tienden a desarrollarse en lugares donde encuentran las condiciones adecuadas para su supervivencia; a partir de la distancia de 7 m, se puede observar en la gráfica claramente la aleatoriedad en los individuos, comportamiento que podría ser ocasionado debido a la manera de dispersión que poseen las especies de la zona, es decir, dispersión por un agente físico como el viento o por la fauna del sector (aves y mamíferos) como lo indica Linares Palomino (2005).

## 5. CONCLUSIONES:

- En la REMA se registraron 229 individuos iguales o mayores a 10cm de DAP con 13 especies, dentro de 11 géneros y 8 familias.
- Las especies más importantes con respecto al Índice de Valor de Importancia fueron *T. chrysantha*, *C. scabrida*, *E. ruizii*, y *B. graveolens*.
- Se registró un área basal de 9,85 m<sup>2</sup>/ha de los cuales *T. chrysantha* representa 5.01 m<sup>2</sup>/ha, equivalente a 50.86% del total de individuos.
- La estructura del bosque presenta un mayor número de individuos en las clases menores y mayor número en las clases mayores, lo que se denomina como “J” invertida, indicador principal de un bosque que posee especies en recuperación.
- La distribución de los individuos agrupada hasta los 7 metros debido a relaciones especie-suelo y suelo-especie, y se vuelve aleatoria a partir de los metros en adelante debido posiblemente a procesos de dispersión de las especies.

- En la REMA no se registraron especies endémicas, pero existen especies raras por su baja densidad poblacional que sumado a su importancia como hábitat que representan para especies de fauna son muy importantes biológicamente y por ende necesarias de recuperar y proteger

## **6. RECOMENDACIONES**

- Se recomienda para estudios posteriores, instalar parcelas permanentes de muestreo en cada una de las 5 formaciones vegetales identificadas por Sierra (1999) en la REMA, con el objetivo de completar la información del estado del bosque seco en la reserva.
- Replicar el proceso de ubicación espacial de especies importantes para el manejo forestal sustentable en áreas de extracción
- Intensificar el muestreo de diversidad a nivel de todos los estratos del bosque
- Ampliar los controles por parte del Ministerio del Ambiente en la zona, para de esta manera disminuir la extracción selectiva de madera en la REMA

## 7. BIBLIOGRAFIA:

- Aguirre, Z., E. Cueva, B. Merino, W. Quizhpe & A. Valverde. 2001. Evaluación ecológica rápida de la vegetación en los bosques secos de La Ceiba y Cordillera Arañitas, provincia de Loja, Ecuador. En: M.A. Vásquez, M. Larrea, L. Suárez & P. Ojeda (Eds.), Biodiversidad en los bosques secos del suroccidente de la provincia de Loja. Pp. 15-35. EcoCiencia, Ministerio del Ambiente, Herbario LOJA y Proyecto Bosque seco, Quito, Ecuador.
- Aguirre, Z. y Kvist L. 2005. Composición florística y estado de conservación de los bosques secos del sur occidente del Ecuador. Lyonia. Volumen 8(2):41-63. Hawai. USD.
- Aguirre, Z, & T. Delgado. 2005. Vegetación de los bosques secos de Cerro Negro-Cazaderos, Occidente de la Provincia de Loja. En: M.A. Vásquez, J.F. Freira & L. Suárez (Eds.), Biodiversidad en los bosques secos de la zona de Cerro Negro-Cazaderos, occidente de la provincia de Loja: un reporte de las evaluaciones ecológicas y socioeconómicas rápidas. Pp. 9-24. EcoCiencia, MAE y Proyecto Bosque seco. Quito, Ecuador.
- Aguirre Z, Kvist LP, Sánchez O. 2006a. Bosques secos en Ecuador y su diversidad. Pp. 162 - 187 en: Moraes M, Øllgaard B, Kvist LP, Borchsenius F,

- Balslev H (Eds.). Botánica Económica de los Andes Centrales. Universidad Mayor de San Andrés, La Paz.
- Aguirre, Z, Linares-Palomino, R. & Kvist, L. P. 2006b. Especies leñosas y formaciones vegetales en los bosques estacionalmente secos de Ecuador y Perú. *Arnaldoa* 13(2):324-350.
  - Baddeley, A; & Turner, R. 2005. Spatstat: an R package for analyzing spatial point patterns. *Journal of Statistical Software* 12 (6), 1-42. ISSN: 1548-7660. URL: [www.jstatsoft.org](http://www.jstatsoft.org)
  - Best, B.J. Ed. 1992. The threatened forests of southwest Ecuador. Biosphere Publications, Leeds UK.
  - Cerón C. 1993. *Manual de Botánica Ecuatoriana*. Universidad Central del Ecuador, Escuela de Biología. Quito.
  - Cerón C. 1996. Diversidad, especies vegetales y usos en la Reserva Ecológica Manglares-Churute, Provincia de Guayas, Ecuador. *Geográfica* 36:1-92.
  - Cerón C. 2002. Aportes a la flora útil de Cerro Blanco, Guayas-Ecuador. *Cinchonia* 3:17-25.
  - Contento, R. 2000. Estudio de la composición florística y regeneración natural forestal del bosque seco en la Ceiba Grande, cantón Zapotillo. Tesis Ing. For. Loja, Ecuador. Universidad Nacional de Loja Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables. 72 p.
  - DarwinNet. 2005. Hoja Informativa N° 37: Reserva ecológica militar Arenillas (REMA) (en línea). Consultado 6 oct. 2009. Disponible en: <http://www.darwinnet.org/factsheet37.htm>

- De la Cruz, M. 2006. Introducción al análisis de datos mapeados o algunas de las (muchas) cosas que puedo hacer si tengo coordenadas. *Ecosistemas*. 2006/3 20-40 (URL: <http://www.revistaecosistemas.net/articulo.asp?Id=448>)
- De la Cruz, M. 2008. Métodos para analizar datos puntuales. In: *Introducción al Análisis Espacial de Datos en Ecología y Ciencias Ambientales: Métodos y Aplicaciones* (eds. Maestre, F. T., Escudero, A. y Bonet, A.), pp 76-127. Asociación Española de Ecología Terrestre, Universidad Rey Juan Carlos y Caja de Ahorros del Mediterráneo, Madrid.
- Espinosa, C. I.; Cabrera, O.; Luzuriaga, A. L.; Escudero, A.(2011). What factors affect diversity and species composition of endangered Tumbesian dry forests in southern Ecuador? *Biotropica* 43:15-22.
- Freile, J. F. y Santander, T. (2005). Reserva Ecológica Militar Arenillas. Pp. 343-344 en BirdLife International y Conservation International. *Áreas Importantes para la Conservación de las Aves en los Andes Tropicales: sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad*. Quito, Ecuador: BirdLife International (Serie de Conservación de BirdLife No. 14).
- Gentry, A. H. 1992. Tropical Forest biodiversity: distributional Patterns and their conservational significance. *Oikos* 63: 19-28
- Gentry, A. H. 1995. Diversity and floristic composition of neotropical dry forests. Pp. 146-194 En Bullock, S.H., Moony, H.A. & E. Medina (eds). *Seasonally Dry Tropical Forests*. Cambridge University Press, Cambridge.
- González-Megías, A., J.M. Gómez y F. Sánchez-Piñero. 2007. Diversity-habitat heterogeneity relationship at different spatial and temporal scales. *Ecography*. 30: 31-41.
- Granda, V. S. Guamán. 2006. Composición florística, estructura, y etnobotánica del bosque seco Algodonal (en línea). *Lyonia* 10(2): 37-46. Consultado 26. Feb. 2010. Disponible en

[http://www.lyonia.org/articles/volume\\_22/volume.pdf](http://www.lyonia.org/articles/volume_22/volume.pdf)

- Herbario LOJA, 2001. Zonificación y determinación de los tipos de vegetación del bosque seco en el sur-occidente de la provincia de Loja. Loja, Ec. 1-132p.
- Herbario LOJA, CINFA, SNV. 2003. Zonificación ecológica de los seis cantones de influencia del Proyecto Bosque Seco. Fase II. Informe Final. Herbario Loja — Proyecto Bosque Seco, Universidad Nacional de Loja, Ecuador. 144 pp.
- Hernández, C. & C. Josse. 1997. Plantas silvestres comestibles del Parque Nacional Machalilla. *Hombre y Ambiente*, Abya-Yala, Quito 40: 1-78.
- Josse, C. & H. Balslev. 1994. The composition and structure of a dry, semideciduous forest in western Ecuador. *Nord. J. Bot.* 14:425-433.
- Klitgaard, B., P. Lozano, Z. Aguirre, B. Merino, N. Aguirre, T. Delgado & F. Elizalde. 1999. Composición florística y estructural del bosque petrificado de Puyango. *Estudios Botánicos en el sur del Ecuador*. Universidad de Loja, Herbario Loja 3:25-49.
- Lamprecht, H. 1990. *Selvicultura en los trópicos*. Trad. Antonio Carrillo. República Federal Alemana. (GTZ) GmbH. 335 p.
- Linares-Palomino, R. 2005. Spatial distribution patterns of trees in a seasonally dry forest in the Cerros de Amotape National Park, northwestern Peru. *In: Bosques relictos del NO de Perú y SO de Ecuador*. Weigend, Rodríguez y Arana (Comps.) *Rev. peru. biol.* 12(2): 317 - 326 (2005)
- Linares-Palomino, R & Ponce-Alvarez. 2005. Tree community patterns in seasonally dry tropical forests in the Cerros de Amotape Cordillera, Tumbes, Perú. *For. Ecol. Manage.* 209:261-272.
- Madsen, J.E., R. Mix & H. Balslev. 2001. *Flora of Puná Island. Plant resources on a neotropical island*. Aarhus University Press, Denmark. 289 pp.

- MAE; IGM. 2009. Mapa de la Reserva Ecológica Militar Arenillas (en línea). Escala 1 : 115 000. Disponible en: [www.ambiente.gov.ec](http://www.ambiente.gov.ec)
- May, T. 2001. Estructura poblacional y reproducción natural de diez especies de un bosque nublado en República Dominicana (en línea). Revista forestal centroamericana. Julio-septiembre 2001. (35) p. 45-49. Disponible en: <http://web.catie.ac.cr/informacion/RFCA/rev35/pagina45-49.pdf>
- Ministerio de Defensa. 2004. Lineamientos generales del Plan de Manejo de la Reserva Ecológica y Militar Arenillas. Protocolización de la documentación correspondiente a la legalización de la Reserva Ecológica Arenillas. Quito, Ecuador.
- Morales, M. 2002. Estudio de la composición florística y comportamiento de la regeneración natural del bosque seco en tres áreas en el cantón Macará. Tesis Ing. Forestal. Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad Nacional de Loja. Loja, Ec. 144 p.
- Mwima, P. M. & A. Mcneilage. 2003. Natural regeneration and ecological recovery in Bwindi Impenetrable National Park, Uganda. African Journal of Ecology 41(1):93-98.
- Nuñez, T. 1997. Inventario florístico y zonificación de la vegetación en la Isla de la Plata, Parque Nacional Machalilla. En: R. Valencia & H. Balslev (Eds.), Estudios sobre diversidad y ecología de plantas. Memorias del II Congreso Ecuatoriano de Botánica realizado en la Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Pp. 130-142 Centro de Publicaciones, Quito, Ecuador.
- Paladines P., R. 2003. Propuesta de conservación del Bosque seco en el Sur de Ecuador.; Lyonia 4(2) 2003(183-186)
- R Development Core Team (2010) . R: A lenguaje and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-90051-07-0, URL <http://www.R-project.org>

- Rossi, J. Reserva Ecológica Arenillas. 2007. En: ECOLAP y MAE. 2007. Guía del Patrimonio de Áreas Naturales Protegidas del Ecuador. ECOFUND, FAN, DarwinNet, IGM. Quito, Ecuador.
- Sánchez, O, Z. Aguirre & L.P. Kvist. 2006. Usos maderables y no maderables de los Bosques Secos de la Provincia de Loja. *Lyonia* 10 (2): 73-82.
- Sánchez, O, Zhofre, H & Aguirre M. 2007. Evaluación ecológica rápida de la vegetación de la Reserva Ecológica Militar Arenillas (REMA) provincia de El Oro, Ecuador. Fundación Ecológica Arcoiris Loja-Ecuador
- Santa J, N; García R, T; Gómez M, G. 2009. Estructura y composición de la comunidad de orquídeas en dos zonas de la Reserva Natural “La Montaña del Ocaso” Quimbayá-Quindío. *Rev. invest. univ. quindio* (19): 122- 134. Armenia – Colombia.
- Saritama, A. 2010. Estudio de latizales en la Reserva Ecológica Militar Arenillas. 2010. UTPL. (en elaboración)
- Schulze, E-D., E. Beck y K. Müller-Hohenstein. 2002. *Plant Ecology*. Springer-Verlag, Berlin, Alemania. 702 pp.
- Sierra, R., (ed.). 1999. Propuesta Preliminar de un Sistema de Clasificación de Vegetación para el Ecuador Continental. Proyecto Ministerio de Ambiente (MAE)/GEF-BIRF y EcoCiencia. Quito, Ecuador.
- Simpson, E.H. 1949. Measurement of diversity. *Nature*, 163: 688.
- Van Dyke, F. 1987. Ecological patterns in plants - teaching theoretical ecology. *The American Biology Teacher*, 49:271-276.
- Wiegand, T. y Moloney, K. A. 2004. Rings, circles and null-models for point pattern analysis in ecology. *Oikos* 104: 209-229.