



**UNIVERSIDAD TÉCNICA
PARTICULAR DE LOJA**
La Universidad Católica de Loja

ESCUELA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AMBIENTALES

CARRERA DE INGENIERIA EN GESTIÓN AMBIENTAL

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

**“ESTUDIO DE LATIZALES DE BOSQUE SECO EN LA RESERVA ECOLÓGICA MILITAR
ARENILLAS (REMA) 2010”**

AUTOR:

Andrés Saritama Aizaga

DIRECTOR:

Ing. Omar Cabrera

Loja - Ecuador
2011

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a todos quienes directa o indirectamente participaron en mi formación opinando, corrigiendo, teniéndome paciencia, dando ánimo, acompañando en los momentos de dificultad y en los momentos de felicidad me refiero en especial a mis padres Aurelio y Margoth, así como también a mis hermanos y a mi tía Socorrito.

Agradezco al Ing. Omar Cabrera por haber confiado en mi persona y por la dirección de este trabajo. Al Blgo. Carlos Iván Espinosa, Ing. Elizabeth Gusmán, Ing. Franklin Bravo, Ing. Jackson Gonzales y Andrés Salazar quienes conformaron el grupo de trabajo que me acompañó durante el tiempo de tesis, gracias por su ayuda profesional en el trabajo de campo, en la identificación de especies, y consejos varios.

Gracias también a mis compañeros, que me apoyaron y me permitieron entrar en su vida durante la vida universitaria, conviviendo dentro y fuera del salón de clase.

Gracias totales!

AUTORÍA

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

Andrés Saritama Aizaga

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Aurelio y Margoth, como reconocimiento a su amor, cariño, comprensión y paciencia. Sé que en todo momento los llevo conmigo.

Su hijo Andrés Saritama Aizaga.

CESIÓN DE DERECHOS DE TESIS

Sr. Edgar Andrés Saritama Aizaga, 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”.

.....

Director de Tesis: Ing. Omar Cabrera

.....

Autor:

Andrés Saritama Aizaga

Ing.

Omar Cabrera

DIRECTOR DE TESIS

CERTIFICA:

Que el presente trabajo, denominado: **“ESTUDIO DE LATIZALES DE BOSQUE SECO EN LA RESERVA ECOLÓGICA MILITAR ARENILLAS (REMA) 2010”** realizado por el egresado: **Andrés Saritama Aizaga** 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.

.....
Ing. Omar Cabrera

DIRECTOR DE TESIS

INDICE DE CONTENIDOS

RESUMEN	1
I. INTRODUCCIÓN	2
1.1 OBJETIVOS	4
II. METODOLOGÍA	5
2.1 Área de estudio	5
2.2 Instalación de la Parcela de Muestreo	6
2.3 Toma de datos	7
2.4 Cálculo de Parámetros Ecológicos	7
2.5 Diversidad Alfa	8
2.5.1 Índice de Margalef	8
2.5.2 Índice de Simpson	9
2.5.3 Índice de Shannon-Wiener	9
2.6 Distribución Espacial	10
III. RESULTADOS	12
3.1 Parámetros Ecológicos	12
3.1.1 Frecuencia relativa	12
3.1.2 Diversidad relativa	12
3.1.3 Densidad relativa	13
3.1.4 Dominancia relativa	14
3.1.5 Índice de Valor de Importancia	15
3.2 Diversidad Alfa	16
3.2.1 Índice de Margalef	16
3.2.2 Índice de Simpson	16
3.2.3 Índice de Shannon-Wiener	16
3.3 Distribución Espacial	16
3.3.1 Patrón de distribución de las especies en estado latizal	16
IV. DISCUSIÓN	19
V. CONCLUSIONES	22
VI. RECOMENDACIONES	23
VII. BIBLIOGRAFIA	24

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Reserva Ecológica Militar Arenillas (REMA)	5
Figura 2: Nombre de las subparcelas en la Parcela de Muestreo	6
Figura 3: Tipos de patrones de la función (L)	11
Figura 4: Ubicación de los 233 individuos en la PPM.	17
Figura 5: Función K de ripley modificada $L(r)$ de los individuos en la PPM	18

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Frecuencia Relativa en la PPM.	12
Tabla 2: Diversidad Relativa en la PPM.	12
Tabla 3: Densidad Relativa en la PPM.	13
Tabla 4: Dominancia Relativa en la PPM.	14
Tabla 5: Índice de Valor de Importancia en la PPM.	15



Resumen:

Se determinó la composición florística, parámetros ecológicos, y el patrón de distribución espacial de las especies en estado latizal de bosque seco en la “Reserva Ecológica Militar Arenillas” en el año 2010, la reserva está localizada en el cantón Arenillas provincia de El Oro. Se muestrearon 233 individuos con un DAP mayor o igual a 5 cm y menor o igual a 9.9 cm, encontrándose: 20 especies, correspondientes a 18 géneros de 12 familias en una parcela de muestreo de 1ha. El área basal total es de 1,17 m²/ha. La familia más diversa es FABACEAE con 6 especies. Las especies dominantes y ecológicamente más importantes son: *Leucaena trichodes* (Jacq.) Benth, y *Chloroleucon mangense* (Jacq.) Britton & Rose, *Tabebuia chrysantha* (Jacq.) G. Nicholson y *Croton* sp. El patrón de distribución de las especies en latizal es agrupado.

Palabras Clave: Bosque seco, latizal, composición florística, parámetros ecológicos, distribución espacial.

Abstract:

Was determined the floristic composition, ecological parameters, and spatial distribution pattern of species in dry forest latizal stage in “Reserva Ecológica Militar Arenillas” in 2010, the reserve is located in Arenillas district in El Oro province. In a 1 ha of plot was sampled 233 individuals with DBH greater than or equal to 5 cm and less than or equal to 9.9 cm, was found: 20 species, belonging to 18 genders of 12 families. The total basal area is 1,17 m²/ha. More diverse family is FABACEAE with 6 species. Dominant species and the most ecologically important species are: *Leucaena trichodes* (Jacq.) Benth, and *Chloroleucon mangense* (Jacq.) Britton & Rose, *Tabebuia chrysantha* (Jacq.) G. Nicholson y *Croton* sp. The distribution pattern of species saplings in the plot is clustered.

Key words: Dry forest, latizal stage, floristic composition, ecological parameters, spatial distribution.



I. INTRODUCCIÓN

Los bosques tropicales secos son definidos como las formaciones vegetales donde la precipitación anual es menor a 1.600 mm con una temporada seca de al menos cinco a seis meses, en que la precipitación totaliza menos de 100 mm (Pennington *et al.* 2000). Los bosques tropicales estacionalmente secos (BTES) representan el 42% de la vegetación tropical en todo el mundo (Murphy y Lugo 1995), son ecosistemas en donde la mayoría de especies arbóreas pierden el follaje y unas pocas especies permanecen con follaje, en la temporada seca son escasos los arbustos y hierbas. Estos bosques además son de menor altura y área basal que los bosques tropicales húmedos (Moony *et al.* 1995, Linares-Palomino 2004a, 2004b).

Los BTES tienen de 30-90 especies de árboles (en base a encuestas de 1-3 ha), 10-40 m de altura de dosel, y 17-40 m²/ha de área basal, comparado con los bosques húmedos esto representa el 50% (Murphy y Lugo 1986). Los bosques tropicales secos tienen un 50-75% de la productividad primaria neta con respecto a los bosques húmedos, ya que, a pesar de que ambos bosques crecen de manera similar en la temporada de lluvias, el bosque seco deja de crecer o incluso decrece durante la estación seca (Ewel 1980; Murphy y Lugo 1986). Aunque BTES crecen más lentamente que los bosques húmedos, estos pueden recuperar su estructura madura después de una perturbación más rápidamente que los bosques húmedos, que tienen una estructura más compleja (Ewel 1980; Murphy y Lugo 1986; Kennard *et al.* 2002).

A nivel continental los bosques secos en América se reducen a pequeños remanentes aislados que van desde México hasta Argentina (Maass, 1995), regionalmente el suroeste de Ecuador y noroeste del Perú comparten “El Centro de Endemismo Tumbesino”, considerada una de las regiones más importantes del planeta por su riqueza biológica y endemismo, y es uno de los puntos calientes de biodiversidad del planeta (Paladines. 2003). La región tumbesina se ubica desde 0 m s. n. m. hasta los 2.000 m s. n. m. ocasionalmente llega a los 3.000 m s. n. m. extendiéndose a más de 87.000 km² (Best y Kessler 1995, Dinerstein *et al.* 1995).

La composición biológica de la región tumbesina es bastante diversa e interesante, producto de un singular proceso evolutivo que ha mezclado flora y fauna de ambientes áridos costeros, de la biota andina y de los bosques lluviosos tropicales. Los niveles de endemismos, son aún mucho más significativos; se estima, por ejemplo, que de las 6.300 especies de plantas que se pueden encontrar en el oeste de Ecuador, 20% son consideradas endémicas. El bosque tropical seco de la región tumbesina ha sido tan



degradado que actualmente su extensión se calcula es sólo de 1 a 5% de la cobertura original (Darwinnet. 2010).

En el Ecuador, los bosques secos como bioregión tumbesina se encuentran continuos en la costa, y aislados en los valles secos en el callejón interandino, los bosques de la costa y de la sierra son florísticamente diferentes, ya que se separan en aproximadamente 1.000 metros de altitud (Aguirre *et al.* 2006)

Ecuador tiene siete formaciones principales de bosque seco: 1) Matorral seco espinoso (ms), 2) bosque seco deciduo (de), 3) bosque seco semideciduo (sd), 4) bosque seco montano bajo (sm), 5) bosque seco interandino del sur (is), 6) bosque seco interandino oriental (io) y 7) bosque seco interandino del norte (in) (Aguirre *et al.* 2006). Arenillas (donde se encuentra ubicada la reserva) incluye una de las áreas más extensas de bosque y matorral seco del suroeste de Ecuador, está dominada por bosque deciduo de tierras bajas y por matorral seco tropical. La vegetación se vuelve más arbustiva conforme se acerca a la costa, donde hay 2.800 ha de manglar. Los hábitats están, en general, en buen estado de conservación (BirdLife International. 2009).

Los bosques secos tropicales han sido reconocidos como uno de los hábitats más amenazados del mundo, están desapareciendo a un ritmo increíblemente alto y actualmente se encuentran en una pequeña fracción de su área de distribución histórica (Fajardo *et al.* 2005). Son ecosistemas muy frágiles y soportan fuertes presiones antrópicas (Aguirre y Kivist. 2005) principalmente debido a la conversión de estas áreas en tierras agrícolas (Janzen 1988; Moony *et al.* 1995; Sánchez-Azofeita *et al.* 2005), sirven como asentamientos humanos y mantienen una importancia económica para grandes segmentos de la población rural, suministrando productos maderables y no maderables para subsistencia y a veces para la venta, (Paladines. 2003, Aguirre *et al.* 2006).

Además existe una insuficiencia de estudios de BTES hasta la fecha (Moony *et al.* 1995; Sánchez-Azofeita *et al.* 2005). Vieira y Scariot encontraron cuatro a cinco veces más estudios sobre la regeneración natural de los bosques lluviosos tropicales que de bosques secos, y sólo el 3% de la literatura sobre restauración de los bosques tropicales se centra en los bosques secos (Meli. 2003).

Cabe señalarse también que la regeneración natural en bosque seco tiene características particulares que deben aclararse. Si estas características no se conocen bien, corremos el riesgo de utilizar estrategias inadecuadas basadas en estudios realizados en bosques tropicales húmedos, donde la mayoría de los estudios sobre la recuperación de los bosques se están desarrollando (Meli. 2003).



Los estudios de brinzales ($DAP < 5\text{cm}$ y $h = 1,30$) y latizales ($DAP > 5\text{cm}$ a $< 10\text{cm}$) son usados para estudiar la regeneración natural, los estudios de latizales son importantes al ser un ecosistema amenazado, más del 90% de las zonas bajas (por debajo de los 900 m) del oeste de Ecuador han sido convertidas en tierras agrícolas (Darwinnet. 2010). Por lo tanto, el conocimiento científico, específicamente en relación a las vías de regeneración, es crucial para la restauración de estos bosques (Vieira y Scariot. 2006)

La vegetación en estado latizal de la RESERVA ECOLÓGICA MILITAR ARENILLAS (REMA) no presenta hasta el momento un estudio formal, debido a esto es importante el estudio de las características como composición, diversidad y patrón de distribución espacial para contribuir con información necesaria del estado latizal en bosque seco.

1.1. OBJETIVOS.

Objetivo General:

Conocer la composición florística, diversidad y la distribución espacial de especies en estado latizal del bosque seco de la REMA en una parcela de muestreo de 1 hectárea.

Objetivos específicos:

- Determinar la composición florística del área de estudio.
- Determinar la diversidad alfa.
- Determinar el patrón general de distribución espacial de las especies en estado latizal.



II. METODOLOGÍA

2.1. Área de estudio:

El presente estudio se realizó en la RESERVA ECOLÓGICA MILITAR ARENILLAS (REMA), tiene un área de 17.082,6 ha, está ubicada en los cantones Arenillas y Huaquillas - Provincia de El Oro – Ecuador. Posee un rango altitudinal de 0 a 120 m s. n. m. La Reserva obtuvo su reconocimiento oficial el 16 de mayo del 2001 y fue publicado en el Registro Oficial Número 342 del 7 de junio del 2001. La temperatura existente es mayor a 24 grados centígrados. Hay épocas lluviosas en los meses de enero, julio y agosto. Está incluida dentro del Sistema Nacional de Áreas Protegidas desde junio de 2001, pero es administrado por el Ministerio de Defensa Nacional por constituirse en una zona de seguridad nacional. En cuanto al acceso, la REMA se encuentra 20 minutos de la ciudad de Huaquillas (frontera entre Ecuador y Perú, cuenta con una vía completamente asfaltada), en su interior cuenta con carreteras de tierra y senderos bien definidos y señalizados. (Darwinnet. 2010).

Contiene remanentes de ecosistemas secos de la región tumbesina, nunca antes representados en el Patrimonio Nacional de Áreas Naturales, además, distintivos por su alto endemismo y presencia de especies con distribución restringida (Ministerio de Defensa, 2004).



Figura 1: Reserva Ecológica Militar Arenillas (REMA)
Fuente: Ministerio del Ambiente (2009)



2.2. Instalación de la Parcela de Muestreo

Tomando en cuenta consideraciones de la Guía para instalación y evaluación de parcelas permanentes de muestreo (PPM) (Contreras *et al.* 1999) primeramente se hizo un reconocimiento del área de la REMA, luego se seleccionó un lugar representativo de bosque ecológicamente homogéneo, poco o nada intervenido y accesible, aproximadamente a 1.600 m por el sendero “El Venado”.

Para la delimitación de la parcela de muestreo se utilizó una Estación Total, la cual fue posicionada en el punto de inicio y desde ahí se alineó los prismas hasta concluir el trazado de la parcela, a continuación se instaló la parcela de 1 ha (100m x 100m), subdividiéndola internamente en 25 sub-parcelas de 20m x 20m. Finalmente se nombró las sub-parcelas utilizando letras del alfabeto desde la A hasta la Y, comenzando desde el punto (0,0) con la letra A. El punto (0,0) o de inicio se lo referenció con la ayuda de un GPS (17 M 594849 UTM 9605347). La orientación de la parcela es 247° respecto al norte magnético.

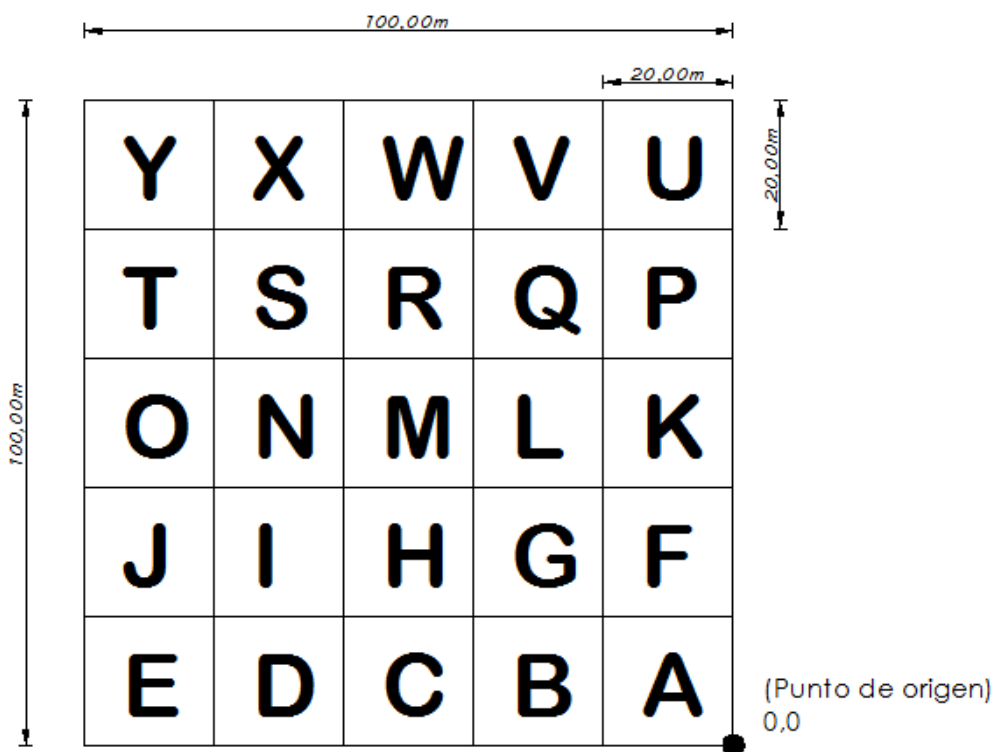


Figura 2: Nombre de las subparcelas en la Parcela de Muestreo.



2.3. Toma de datos

Se etiquetó con una placa plástica y se midió el DAP de todos los individuos en latizales con un DAP mayor o igual a 5 cm y menor o igual a 9,9 cm, la placa contiene información de: nombre de la parcela, subparcela y el número del individuo.

Para la ubicación espacial de los individuos se usó una brújula y distanciómetro digital, se midió desde cada vértice de las subparcelas, obteniendo el ángulo y distancia al individuo más cercano.

La identificación de las especies conocidas fue realizada en el bosque con la ayuda de especialistas en bosque seco. La identificación de especies no conocidas fue realizada en el Herbario de la Universidad Técnica Particular de Loja (HUTPL) y Herbario Loja (UNL), para esto se colectó muestras vegetales las mismas que fueron procesadas de acuerdo a las normas establecidas por el HUTPL.

2.4. Parámetros Ecológicos:

Con los datos obtenidos se calcularon los parámetros ecológicos para lo que se utilizó las formulas propuestas por Smith y Smith (2001); Cerón (2003); Aguirre y Aguirre (1999).

Frecuencia:

$$\text{Frecuencia (Fr)} = \frac{\text{Numero de parcelas donde se encuentra la especie}}{\text{Numero total de parcelas muestreadas}} \times 100$$

Diversidad relativa de cada familia:

$$\text{Diversidad relativa de cada familia} = \frac{\text{Numero de especies de la familia}}{\text{Numero total de especies}} \times 100$$

Densidad Absoluta:

$$\text{Densidad} = \frac{\text{Numero total de árboles}}{\text{Superficie de la parcela}}$$



Densidad Relativa:

$$\text{Densidad Relativa (DR)} = \frac{\text{Numero de individuos de una especie}}{\text{Numero total de individuos en la parcela}} \times 100$$

Dominancia:

$$\text{Dominancia relativa (DMR)} = \frac{\text{Area basal de la especie}}{\text{Area basal de todas las especies}} \times 100$$

Índice de Valor de importancia:

Índice Valor de Importancia = densidad relativa (DR) + dominancia relativa (DMR)

2.5. Diversidad Alfa

2.5.1. Índice de diversidad de Margalef

El Índice de Margalef, o índice de biodiversidad de Margalef, es una medida utilizada en ecología para estimar la biodiversidad de una comunidad con base a la distribución numérica de los individuos de las diferentes especies en función del número de individuos existentes en la muestra analizada. Valores inferiores a 2,0 son considerados como relacionados con zonas de baja y valores superiores a 5,0 son considerados como indicativos de alta biodiversidad.

$$D_{mg} = \frac{S-1}{\ln N}$$

De Donde:

D_{mg} = Índice de diversidad de Margalef

S = Número total de especies

N = Número total de individuos



2.5.2. Índice de Simpson

El índice de dominancia de Simpson manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie. Está fuertemente influido por la importancia de las especies más dominantes.

$$\lambda = \sum P_i^2$$

De donde:

λ = Índice de Simpson

P_i = abundancia proporcional de la especie i , es decir, el número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra.

2.5.3. Índice de Shannon-Wiener

El índice de equidad de Shannon o índice de Shannon-Wiener (Moreno, 2001) expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección, asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra. Adquiere valores entre cero, cuando hay una sola especie, y el logaritmo de S , cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos; en la mayoría de los ecosistemas naturales varía entre 1 y 5. De esta forma, el índice 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).

Es igual a cero, si sólo hay una especie en la muestra y es máximo, si todas las especies están representadas por el mismo número de individuos. Por lo tanto, la diversidad de una población será mayor conforme muestre un mayor valor para Shannon.

$$H' = - \sum p_i \ln p_i$$



2.6. Distribución Espacial:

Se realizó un test de aleatoriedad espacial completa (o 'CSR', de *Complete Spatial Randomness*), o aleatoriedad en todas las escalas (De la Cruz, 2006), el test consiste en calcular la función K del patrón de puntos observado y compararlo con el de la función K teórica de un patrón de Poisson de la misma intensidad. Es fácil comprobar que el valor teórico esperado asumiendo CSR es siempre πr^2 (y que asimismo en el caso de patrones agregados este valor sería mayor y menor en el caso de patrones uniformes). La comparación visual o numérica de la curva de $K(r)$ y la de πr^2 es una buena forma de análisis exploratorio de los datos, con valores de $K(r) > \pi r^2$ indicando agregación y valores de $K(r) < \pi r^2$ indicando uniformidad o regularidad a la escala considerada.

La función K se define como

$$K(r) = \lambda^{-1} [\text{nº medio de individuos en un radio } r \text{ alrededor de cualquier individuo}]$$

Siendo λ la densidad de individuos (nº de individuos por unidad de área). Con frecuencia se define la función K diciendo que $\lambda K(r)$ es el número medio de individuos dentro de un círculo de radio r alrededor de un individuo 'típico' del patrón (sin contar dicho individuo central). Por lo tanto, $K(r)$ describe las características del proceso de puntos a muchas escalas (tantas como diferentes r consideremos).

En la práctica, suele emplearse con mayor frecuencia la función $L(r) = (K(r)/\pi)^{1/2}$ que además de tener una varianza constante, permite una interpretación más cómoda del test. Un valor de $L(r)=0$ indica que el patrón espacial a la distancia r es aleatorio. Valores de $L(r)>0$ indica distribución agrupada, mientras valores $L(r) < 0$ indican distribución regular.

Los valores de la función de cada uno de ellos se ordenan y bien se representan en forma de 'envuelta' para cada valor de r los valores máximo y mínimo alcanzados o bien se calculan y representan gráficamente los percentiles apropiados, por ejemplo el 2.5% y el 97.5%, para formar una *envuelta* que representa un intervalo de confianza del 95 %. De esta forma tan sólo se consideran patrones no-CSR aquellos en los que aunque $K(r)$ sea distinta de πr^2 , sus valores queden por encima o por debajo de los valores límites representados por las envueltas (De la Cruz. 2006).

Para el CSR primeramente se obtuvieron las coordenadas geográficas(X,Y) de todos los individuos presentes en la parcela de muestreo utilizando el programa AUTOCAD 2009; El patrón de coordenadas X,Y (puntos) fue analizado en el programa R 2.13.0 (R-



Development Core Team, 2010) utilizando el paquete estadístico “spatstat” y la función “Kuniw”. De esta manera el programa realizó la función K de ripley modificada (L), lo que se buscó, fue definir el número medio de individuos en un radio r alrededor de cualquier individuo; sin tomar en cuenta el individuo central (de la Cruz, 2006).

De esta forma se obtuvo la Figura de individuos presentes en la parcela de muestreo y la grafica de la funcion K de ripley modificada (L).

Los tipos principales de patrones de distribución son:

Distribución Aleatoria.- Se presenta cuando las probabilidades de que un individuo ocupe cualquier punto del espacio es la misma (independientemente de la posición de los demás organismos). El resultado es que los individuos se encuentran más homogéneamente repartidos en el espacio de lo que cabría por puro azar.

Distribución Agregada.- Se presenta cuando los individuos tienden a ser atraídos hacia determinadas partes del ambiente (o tienen más probabilidades de sobrevivir en ellas), o cuando la presencia de un individuo atrae o favorece la presencia de otros junto a él. El resultado es que los individuos se encuentran más juntos entre sí de lo que cabría esperar por puro azar.

Distribución Regular.- Se producen cuando los individuos muestran una tendencia a evitar a todos los demás individuos, o cuando los individuos que están demasiado próximos a otros individuos mueren. El resultado es que los individuos se encuentran más homogéneamente repartidos en el espacio de lo que cabría esperar por puro azar (Begon *et al.*, 1999).

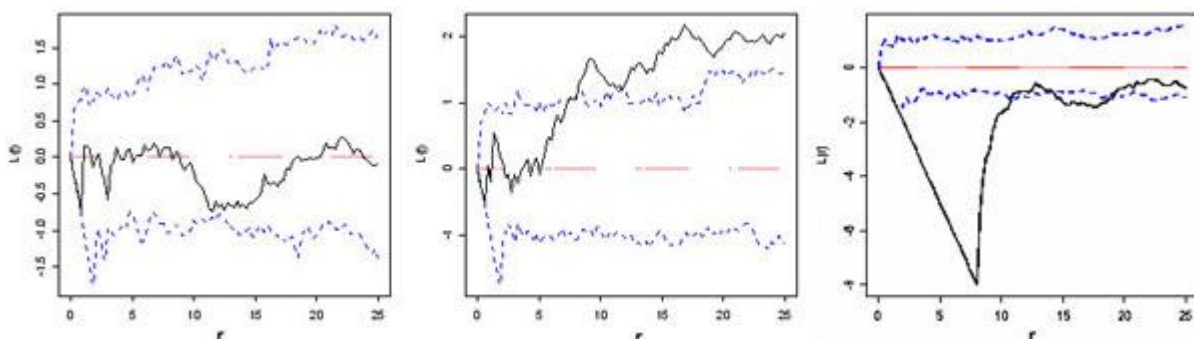


Figura 3: Tipos de patrones de la función (L) Izquierda: distribución aleatoria, centro: distribución agregada, derecha: distribución uniforme (Fuente: M. De la Cruz Rot)



III. RESULTADOS

3.1. PARÁMETROS ECOLÓGICOS:

3.1.1. Frecuencia relativa

Se muestreó 233 individuos en total, identificándose 20 especies. Las especies más frecuentes son: *Leucaena trichodes* (Jacq.) Benth. con 68%, *Chloroleucon mangense* (Jacq.) Britton & Rose con 64%, *Tabebuia chrysantha* (Jacq.) G. Nicholson con 56%, *Croton* sp. con 52%, el resto de especies (16) tienen una frecuencia menor del 36%.

Tabla 1: Frecuencia Relativa en la Parcela de Muestreo.

Nombre Científico	FAMILIA	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Total	Frecuencia %
<i>Leucaena trichodes</i> (Jacq.) Benth.	MIMOSACEAE				x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			x		x		17	68
<i>Chloroleucon mangense</i> (Jacq.) Britton & Rose	FABACEAE		x	x	x	x	x			x	x			x			x		x		x	x	x	x	x		16	64
<i>Tabebuia chrysantha</i> (Jacq.) G. Nicholson	BIGNONIACEAE	x	x		x	x	x	x					x				x	x	x	x		x	x	x			14	56
<i>Croton</i> sp.	EUPHORBIACEAE	x	x			x	x		x	x	x				x	x		x	x				x		x		13	52
<i>Erythroxylum glaucum</i> O. E. Schulz	ERYTHROXYLACEAE	x			x	x	x		x					x	x	x						x					9	36
<i>Cochlospermum vitifolium</i> (Willd.) Spreng.	BIXACEAE	x	x						x				x				x	x		x						x	8	32
<i>Capparis flexuosa</i> (L.) L.	CAPPARACEAE		x					x	x	x				x					x				x				7	28
<i>Capparis scabrida</i> Kunth	CAPPARACEAE	x		x	x													x	x			x	x				7	28
<i>Geoffroea spinosa</i> Jacq.	FABACEAE	x			x		x										x	x				x	x				7	28
<i>Malpighia</i> sp.	MAIPIGHIACEAE					x	x	x								x	x						x				6	24
<i>Randia</i> sp.	RUBIACEAE					x						x										x	x				4	16
<i>Caesalpinia glabrata</i> Kunth	CAESALPINIACEAE																x			x		x					3	12
<i>Abutilon</i> Mill.	MALVACEAE																	x	x								2	8
<i>Jacquinia sprucei</i> Mez	TEOPHRASTACEAE					x	x																				2	8
<i>Phytocelobium exelsum</i> (Kunth) Mart.	MIMOSACEAE												x			x											2	8
<i>Machaerium millei</i> Standl.	FABACEAE															x											1	4
<i>Senna mollissima</i>	FABACEAE				x																						1	4
<i>Senna</i> sp.	FABACEAE						x																				1	4
<i>Erytheca ruizii</i>	MALVACEAE												x														1	4
<i>Erythrina velutina</i> Willd.	FABACEAE			x																							1	4

3.1.2. Diversidad Relativa

Se registraron 12 familias, la familia con mayor diversidad relativa es FABACEAE con 6 especies (30%); luego le siguen las familias CAPPARACEAE, MALVACEAE y MIMOSACEAE con 2 especies cada una (10%), el resto de familias tienen una sola especie (5%).

Tabla 2: Diversidad Relativa en la Parcela de Muestreo.

FAMILIA	# de especies	Diversidad relativa
BIGNONIACEAE	1	5
BIXACEAE	1	5
CAESALPINIACEAE	1	5
ERYTHROXYLACEAE	1	5
EUPHORBIACEAE	1	5
MAIPIGHIACEAE	1	5
RUBIACEAE	1	5



TEOPHRASTACEAE	1	5
CAPPARACEAE	2	10
MALVACEAE	2	10
MIMOSACEAE	2	10
FABACEAE	6	30
Total	20	100

3.1.3. Densidad Relativa

La densidad total es 233 individuos/ha. Las especies con mayor densidad relativa en 1ha, en relación al número total de individuos son: *Leucaena trichodes* (Jacq.) Benth. con 61 individuos (26,18%); *Chloroleucon mangense* (Jacq.) Britton & Rose con 30 individuos (12,88%); *Tabebuia chrysantha* (Jacq.) G. Nicholson con 29 individuos (12,45); *Croton* sp. con 27 individuos (11,59%).

Tabla 3: Densidad Relativa en la Parcela de Muestreo.

Nombre Científico	# de individuos	Densidad relativa
<i>Senna</i> sp.	1	0,43
<i>Erytheca ruizii</i>	1	0,43
<i>Erythrina velutina</i> Willd.	1	0,43
<i>Machaerium millei</i> Standl.	1	0,43
<i>Senna mollisima</i>	1	0,43
<i>Jacquinia sprucei</i> Mez	2	0,86
<i>Abutilon</i> Mill.	4	1,72
<i>Phytocelobyum exelsum</i> (Kunth) Mart.	4	1,72
<i>Caesalpinia glabrata</i> Kunth	6	2,58
<i>Malphigia</i> sp.	6	2,58
<i>Capparis flexuosa</i> (L.) L.	7	3,00
<i>Randia</i> sp.	7	3,00
<i>Cochlospermum vitifolium</i> (Willd.) Spreng.	9	3,86
<i>Geoffroea spinosa</i> Jacq.	10	4,29
<i>Capparis scabrada</i> Kunth	12	5,15
<i>Erytroxylum glaucum</i> O. E. Schulz	14	6,01
<i>Croton</i> sp.	27	11,59
<i>Tabebuia chrysantha</i> (Jacq.) G. Nicholson	29	12,45
<i>Chloroleucon mangense</i> (Jacq.) Britton & Rose	30	12,88
<i>Leucaena trichodes</i> (Jacq.) Benth.	61	26,18
TOTAL	233	100,00



3.1.4. Dominancia Relativa

El área basal total de la parcela de muestreo es de 1,17 m²/ha, en donde las dos especies dominantes son *Leucaena trichodes* (Jacq.) Benth. con un área de 0,23m²/ha (20,03%) y *Chloroleucon mangense* (Jacq.) Britton & Rose con un AB de 0,22 m²/ha (19,24%), la especie *Croton* sp. tiene un AB de 0,13 m²/ha (11,27%). *Tabebuia chrysantha* (Jacq.) G. Nicholson con 0,12 m²/ha, (10,43%). El resto de especies registran dominancia iguales y menores 7,45%.

Tabla 4: Dominancia Relativa en la Parcela de Muestreo.

Nombre Científico	AB (m ² /ha)	Dominancia R.%
<i>Erythrina velutina</i> Willd.	0,0037	0,32
<i>Erytheca ruizii</i>	0,0044	0,38
<i>Senna</i> sp.	0,0044	0,38
<i>Senna mollissima</i>	0,0069	0,59
<i>Machaerium millei</i> Standl.	0,0072	0,62
<i>Jacquinia sprucei</i> Mez	0,0124	1,06
<i>Abutilon</i> Mill.	0,0129	1,11
<i>Phytocelobyum exelsum</i> (Kunth) Mart.	0,0164	1,41
<i>Caesalpinia glabrata</i> Kunth	0,0345	2,96
<i>Randia</i> sp.	0,0376	3,23
<i>Cochlospermum vitifolium</i> (Willd.) Spreng.	0,0395	3,39
<i>Capparis flexuosa</i> (L.) L.	0,0418	3,59
<i>Malpighia</i> sp.	0,0468	4,02
<i>Geoffroea spinosa</i> Jacq.	0,0471	4,04
<i>Capparis scabrida</i> Kunth	0,0523	4,49
<i>Erytroxylum glaucum</i> O. E. Schulz	0,0868	7,45
<i>Tabebuia chrysantha</i> (Jacq.) G. Nicholson	0,1216	10,43
<i>Croton</i> sp.	0,1314	11,27
<i>Chloroleucon mangense</i> (Jacq.) Britton & Rose	0,2243	19,24
<i>Leucaena trichodes</i> (Jacq.) Benth.	0,2335	20,03
TOTAL	1,17	100,00



3.1.5. Índice de Valor de Importancia

Las especies con los Índices de Valor de Importancia (IVI) más altos son: *Leucaena trichodes* (Jacq.) Benth. con el valor más elevado 46,21% y *Chloroleucon mangense* (Jacq.) Britton & Rose con 32,12%; el resto de especies presentan valores de IVI iguales o menores a 22,88%.

Tabla 5: Índice de Valor de Importancia en la Parcela de Muestreo.

Nombre Científico	Densidad R.%	Dominancia R.%	I.V.I.
<i>Erythrina velutina</i> Willd.	0,43	0,32	0,75
<i>Erytheca ruizii</i>	0,43	0,38	0,81
<i>Senna</i> sp.	0,43	0,38	0,81
<i>Senna mollisima</i>	0,43	0,59	1,02
<i>Machaerium millei</i> Standl.	0,43	0,62	1,05
<i>Jacquinia sprucei</i> Mez	0,86	1,06	1,92
<i>Abutilon</i> Mill.	1,72	1,11	2,83
<i>Phytocelobyum exelsum</i> (Kunth) Mart.	1,72	1,41	3,13
<i>Caesalpinia glabrata</i> Kunth	2,58	2,96	5,54
<i>Randia</i> sp.	3,00	3,23	6,23
<i>Capparis flexuosa</i> (L.) L.	3,00	3,59	6,59
<i>Malphigia</i> sp.	2,58	4,02	6,60
<i>Cochlospermum vitifolium</i> (Willd.) Spreng.	3,86	3,39	7,25
<i>Geoffroea spinosa</i> Jacq.	4,29	4,04	8,33
<i>Capparis scabrada</i> Kunth	5,15	4,49	9,64
<i>Erytroxylum glaucum</i> O. E. Schulz	6,01	7,45	13,46
<i>Croton</i> sp.	11,59	11,27	22,86
<i>Tabebuia chrysantha</i> (Jacq.) G. Nicholson	12,45	10,43	22,88
<i>Chloroleucon mangense</i> (Jacq.) Britton & Rose	12,88	19,24	32,12
<i>Leucaena trichodes</i> (Jacq.) Benth.	26,18	20,03	46,21
TOTAL	100	100	200



3.2. DIVERSIDAD ALFA

3.2.1. Índice de diversidad de Margalef

Relacionando los 233 individuos encontrados con la riqueza de especies 20, el resultado obtenido fue de 3,49 (<2 baja diversidad; >5 alta diversidad) lo cual indica una diversidad de especies media de acuerdo a la clasificación del índice de Margalef.

3.2.2. Índice de Simpson

La probabilidad de que dos individuos tomados al azar en la parcela de muestreo sean de la misma especie es de 0,13 (o alta diversidad, 1 ausencia de diversidad) lo cual indica una diversidad de especies media-alta.

3.2.3. Índice de Shannon-Wiener

La uniformidad de valores de individuos 233 por especie 20 en la parcela de muestreo es de 2,4 (1 baja diversidad, 5 alta diversidad) esto representa la cantidad relativamente media de individuos por especie.

3.3. DISTRIBUCIÓN ESPACIAL

3.3.1. Patrón de distribución de las especies en estado latizal

El patrón de distribución de los 233 individuos pertenecientes a las 20 especies encontradas en la parcela de muestreo es agrupado. La figura 4 muestra donde están ubicados los individuos en la parcela de muestreo.

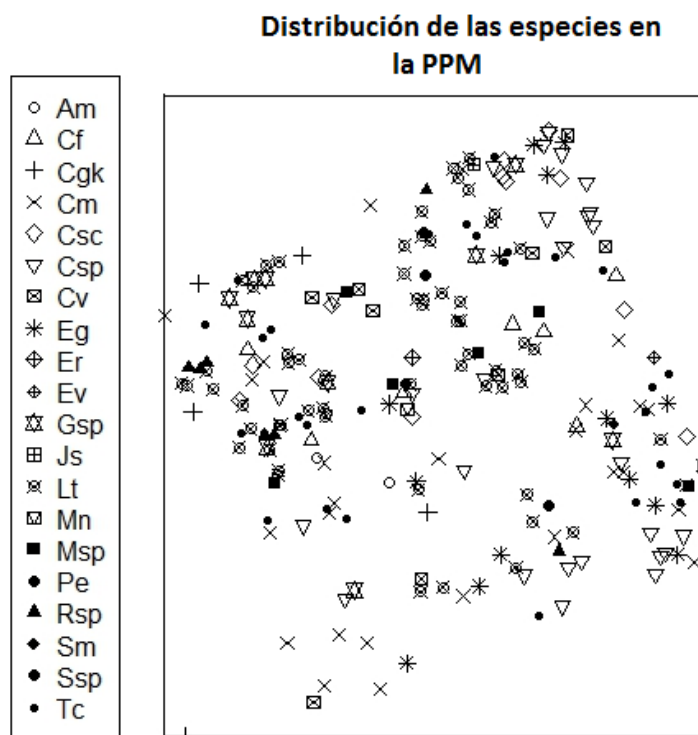


Figura 4: Ubicación de los 233 individuos en la parcela de muestreo (*Abutilon* Mill.= **Am**; *Caesalpinia glabrata* Kunth= **Cgk**; *Capparis flexuosa* (L.) L.= **Cf**; *Capparis scabrata* Kunth= **Csc**; *Chloroleucon mangense* (Jacq.) Britton & Rose= **Cm**; *Cochlospermum vitifolium* (Willd.) Spreng.= **Cv**; *Croton* sp.= **Csp**; *Erytheca ruizii*= **Er**; *Erythrina velutina* Willd.= **Ev**; *Erythroxylum glaucum* O. E. Schulz= **Eg**; *Geoffroea spinosa* Jacq.= **Gsp**; *Jacquinia sprucei* Mez= **Js**; *Leucaena trichodes* (Jacq.) Benth.= **Lt**; *Machaerium millei* Standl.= **Mn**; *Malphigia* sp.= **Msp**; *Phytocelobyum exelsum* (Kunth) Mart.= **Pe**; *Randia* sp.= **Rsp**; *Senna mollissima*= **Sm**; *Senna* sp.= **Ssp**; *Tabebuia chrysanthra* (Jacq.) G. Nicholson= **Tc**)

La figura 5 muestra la función K modificada con que describe el patrón agrupado. Lo que aparece es la representación de la función L(r) univariada obtenidos en 99 simulaciones de patrones completamente aleatorios.

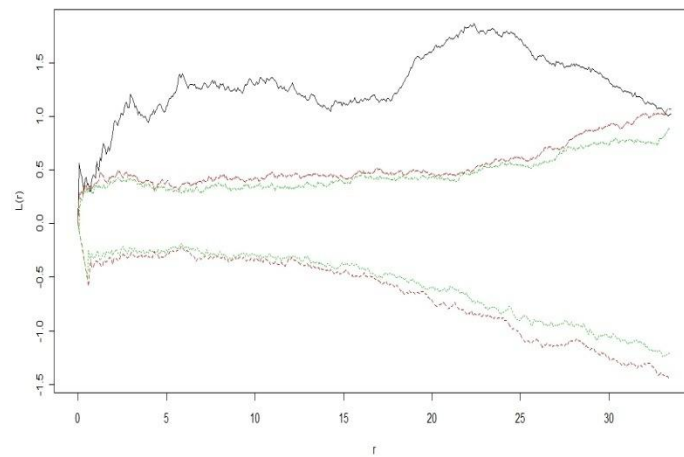


Figura 5: Función K de ripley modificada de los individuos en la parcela de muestreo (patrón agrupado).



IV. DISCUSIÓN

La Reserva Ecológica Militar Arenillas presenta hábitats en “buen estado de conservación” (BirdLife International, 2009) de manera que fue fácil la selección del área de muestreo de 1 hectárea del bosque tomada al azar. Las especies muestreadas fueron individuos en estado latizal (DAP restringido) siendo en su mayoría arbustos, esto es igual a Perla y Torres (2008) quienes usan igual metodología para el estudio de latizales, pero muestrean solo 0,05 hectáreas de bosque seco en la Reserva Privada Escameca Grande en Nicaragua (26 °C y 35 °C, 48 m.s.n.m., 0-15% de pendiente) y similar a Gómez y Rico 2006 (Nicaragua, 28,2 °C 100-400m.s.n.m., 5-60% de pendiente) quienes muestrean 0,04 hectáreas, esto contrasta con Aguirre *et al.* 2006 quien listó especies en estado latizal de bosque seco en el Ecuador incluyendo únicamente arbustos que alcanzan un mínimo de 3 m de altura excluyendo a los subarbustos, siendo el criterio final que sean plantas leñosas, cabe señalar que este fue una limitación y problema en su investigación.

Se encontraron 12 familias con 20 especies, la diversidad de las familias encontradas son FABACEAE (6 sp.), CAPPARACEAE (2 sp.), MALVACEAE (2 sp.) y MIMOSACEAE (2 sp.), estas familias son propias de bosques secos tal como lo encontrado por Cabrera *et al.* (2002), Delgado y Aguirre (2002), Klitgaard *et al.* (1999), Aguirre y Kivist (2005). En la composición de latizal de Perla y Tórres (2008) encontraron 10 familias, 11 especies y 1 no identificada, la familia que sobresale es MIMOSACEAE con 3 especies (25 % del total), las especies que tienen más presencia son *Acacia collinsii* y *T. chrysantha* (50 ind./hectárea), en la REMA está última es una especie dominante con 29 individuos por hectárea. FABACEAE, MIMOSACEAE y TILIACEAE son encontradas por Gómez y Rico (2006) en su composición de latizales, de estas tres, las dos primeras familias se encontró en la REMA.

En cuanto al área basal (1,17 m²/ha), esta es diferente a Perla y Tórres (2008) quienes indican 17,19 m²/ha debido a que toma en cuenta fustales, latizales y brinzales, es decir el área basal total. Sin embargo es similar a Gómez y Rico (2006) quienes señalan 1,63 m²/ha de área basal del latizal.

Las especies dominantes, y con valor de IVI más alto son *Leucaena trichodes* (Jacq.) Benth. y *Chloroleucon mangense* (Jacq.) Britton & Rose. *Tabebuia chrysantha* (Jacq.) G. Nicholson y *Croton* sp. estas especies presentan mayor densidad relativa, dominancia, frecuencia, absorbiendo nutrientes, ocupando mayor espacio físico, y controlando en un porcentaje alto la energía que llega al ecosistema, son dominantes debido a que son propias de zonas secas, sin mayores requerimientos de suelo y tienen buen nivel de germinación en condiciones naturales, situación que ha garantizado buena regeneración natural y por



ende poblaciones estables de estas especies (Aguirre y Kivist. 2005). En el caso de las maderables (*Tabebuia chrysantha*) no son explotadas comercialmente debido a que se encuentran en una zona de preservación custodiada por militares.

El bosque seco deciduo de la costa que caracteriza a provincias como El Oro (REMA) según Aguirre *et al.* 2006 está dominado por *Ceiba trichistandra* y *Tabebuia chrysantha*, sin embargo no se muestreó ningún individuo de *Ceiba trichistandra* que cumpla con la restricción de DAP, sin embargo si se observaron y registraron individuos de *Ceiba trichistandra* con DAP mayores a 9.9cm según Salazar (2010, en preparación), quien estudia los individuos mayores a 10 cm de DAP en la misma parcela de muestreo, señala también que otras especies existentes en la misma parcela son *Bursera graveolens*, *Tabebuia billbergii*.

Al comparar el número de individuos de *Geoffroea spinosa* Jacq. (10) y los (11) encontrados por Salazar (2010, en preparación) y relacionarlos matemáticamente, se puede indicar que los individuos con DAP mayor o igual a 10 pueden ser reemplazados por los individuos mayores o igual a 5 y menor o igual a 9.9 de DAP en un 90,9%. Mientras que los individuos de *Tabebuia chrysantha* (Jacq.) G. Nicholson pueden ser reemplazados solo el 36,7%. Esta relación no puede usarse como única referencia para estimar el reemplazo de especies maderables, para esto el criterio debe ser completado con otros estudios a través del tiempo como de viabilidad, dendrología y de semillas, entre otros para asegurar la sustentabilidad de las especies, pudiendo ser utilizada esta información como un referente en caso de explotación comercial de las especies mencionadas.

Al no haber suficiente información acerca de la taxonomía de algunos géneros de bosque seco del Ecuador, se encontró las especies *Randia*, *Croton*, *Senna* y *Malpighia* identificadas hasta género siendo igual que el listado de especies descrito por Aguirre *et al.* 2006 junto con los géneros *Ampelocera* y *Aspidosperma* (indicados como sp.), indicando además que es muy posible que se encuentre más de una especie en la costa de Ecuador.

La reserva presenta una diversidad de formaciones vegetales como bosque deciduo de tierras bajas, matorral seco tropical y manglar (Darwinnet, 2011,) la diversidad de bosque deciduo estudiada resultó ser media según los índices de diversidad aplicados. La riqueza de especies presentes en la parcela es media según el índice de Margalef 3,49, esto lo corrobora los índices de estructura que toman en cuenta la importancia de especies Simpson 0,13 y Shannon-Wiener (H') 2,4. No difiere mucho de la calculada por Perla y Torres (2008) $H' = 2,164$ señalando que la diversidad de una especie vegetal, tiene que ver



mucho con el sitio donde se encuentra el bosque, esta similitud está relacionada con la altitud, generalmente existe mayor riqueza en sitios bajos que en sitios altos y respecto a la latitud, existen más especies en los trópicos que en los bosques templados. Esto difiere con Salazar (2010) quien presenta 0,82 de Simpson, pero es similar a su índice de Shannon con 2,04. El índice de Shannon refleja que la vegetación latizal no ha sufrido mayores cambios o perturbaciones.

Esta diversidad es media comparada con una de mayor diversidad como lo es la zona Tumbesina de la Reserva de Biósfera del Norte del Perú (La Unión) que según Leal-Pinedo & Linares-Palomino (2005) posee Simpson 0,93 y Shannon-Wiener 3.03. Esta diferencia puede deberse a que la parcela en la REMA se encuentra en la formación vegetal de bosque deciduo de tierras bajas, mientras que los indicadores de la reserva en Perú son de manera general, siendo esta atravesada por la Cordillera de los Amotapes (1.613 m s. n. m.), dando lugar a formación de 3 ríos, el clima se caracteriza por ser una zona de transición entre el clima desértico de la costa peruana y el tropical sub-húmedo del Ecuador. Está fuertemente influenciado por las aguas frías de la Corriente de Humboldt, las aguas cálidas de la Corriente El Niño, el anticiclón del Pacífico Sur y la Cordillera de los Andes.

En cuanto a distribución espacial, en principio parecía que un área de estudio de una hectárea podría ser lo suficientemente grande para determinar el patrón de distribución, sin embargo con la restricción de DAP los pocos individuos encontrados por especie hace imposible concluir estadísticamente su patrón de distribución por especies. En razón a esto su cálculo es de manera general tomando en cuenta todas las especies presentes.

El resultado del test de aleatoriedad espacial completo utilizando la función K de Ripley modificada realizado a los 233 individuos encontrados, según De la Cruz (2006) indica que la gráfica de la función $L(r)$ de la parcela de muestreo obtenida en 99 simulaciones de patrones completamente aleatorios muestra que valores de $L(r)$ empírica mayores que 0 indican estadísticamente agrupamiento a toda escala. En general el patrón de distribución de toda especie en etapas tempranas para sobrevivir en ambientes semiáridos, requiere condiciones muy particulares de humedad, precipitación, tipo de suelo y radiación lumínica (Zenteno *et al.* 2009). La distribución agregada es la más frecuente en la naturaleza, ocurre como respuesta a diferencias de micro hábitat en donde los individuos encuentran la mejor combinación de factores luz, agua, nutrientes y espacio. Responde también al modo de reproducción, dispersión, fragmentación de hábitat, variación climática, comportamiento social, fuego recurrente, inundaciones recurrentes, etc. Si bien la agregación puede aumentar la competencia entre los individuos de la población por los



recursos, ésta se ve compensada por una mayor supervivencia del grupo. Lo anterior se debe a que la superficie expuesta al medio es proporcionalmente menor en relación con la masa, ya que el grupo puede modificar favorablemente el espacio y el microclima (Morlans, 2004). Este resultado difiere con el patrón de distribución Aleatorio encontrado por Salazar en la misma parcela, debido a que considera otra restricción de DAP.

V. CONCLUSIONES

En la Reserva Ecológica Militar Arenillas se encontró 20 especies, correspondientes a 12 familias y 18 géneros en una parcela de muestreo. No existen especies endémicas en la REMA.

Las especies Dominantes y con el IVI más alto son: *Leucaena trichodes* (Jacq.) Benth. *Chloroleucon mangense* (Jacq.) Britton & Rose, *Tabebuia chrysantha* (Jacq.) G. Nicholson y *Croton* sp. estas especies presentan mayor densidad relativa, dominancia, frecuencia, absorbiendo nutrientes, ocupando mayor espacio físico, y controlando en un porcentaje alto la energía que llega al ecosistema.

El área basal total de la parcela de muestreo es de 1,17 m²/ha. *Leucaena trichodes* (Jacq.) Benth. tiene el mayor area basal entre las especies presentando 8,14m²/ha(32,65%) y *Chloroleucon mangense* (Jacq.) Britton & Rosecon un AB de 7,23 m²/ha (29%), la especie *Croton* sp. también es importante ya que tiene un AB de 4,03 m²/ha (16,17).

La familia más diversa es FABACEAE con 6 especies: *Chloroleucon mangense* (Jacq.) Britton & Rose, *Geoffroea spinosa* Jacq., *Machaerium millei* Standl., *Senna mollisima*, *Senna* sp., *Erythrina velutina* Willd.

El patrón de distribución de las especies en latizal en la parcela de muestreo utilizando K de ripley modificada L(r) es estadísticamente agrupamiento a toda escala.



VI. RECOMENDACIONES

Aumentar la zona de muestro a mas de una hectárea, para concluir válidamente acerca de las especies encontradas en la REMA.

Realizar más estudios de brinzales y latizales en la reserva, para complementar la falta de información de regeneración natural en bosque seco, se sugiere el estudio también de plántulas y/o semillas.

Los datos de este estudio pueden servir de referentes para realizar estudios más específicos encaminados a explicar estos patrones de distribución, sustentabilidad del bosque, entre otros.

Continuar con el monitoreo de la parcela de muestreo.



VII. BIBLIOGRAFÍA

- Aguirre Z, Kivist L. 2005. Floristic composition and conservation status of the dry forests in Ecuador. *Lyonia* Vol 8 (2).
- Aguirre Z, Kvist LP, Sánchez O. 2006. Bosques secos en Ecuador y su diversidad. *Botánica Económica de los Andes Centrales*. Universidad Mayor de San Andrés, La Paz. Pág. 162 - 187.
- Aguirre, Z., N. Aguirre. 1999. Guía practica para realizar estudios de comunidades vegetales. Departamento de Botánica y Ecología. Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad Nacional de Loja.
- Begon, M., J .L. Harper, & C.R. Townsend. 1999 .Ecología. Tercera edición. Editorial OMEGA. Barcelona.
- Best B, Kessler M. 1995. Biodiversity and conservation in Tumbesian Ecuador and Peru. BirdLife International, Cambridge, UK.
- BirdLife International. 2009. Important Bird Area factsheet: Reserva Ecológica Arenillas, Ecuador (en línea). Consultado 12 sep 2010. Disponible en: http://www.darwinnet.org/index.php?option=com_content&view=article&id=70&Itemid=146
- Cabrera O, Z. Aguirre, W. Quispe & R. Alvarado. 2002. Estado actual de conservación de los bosques secos del sur-occidente ecuatoriano. En: Aguirre Z, Kivist L. 2005. Floristic composition and conservation status of the dry forests in Ecuador. *Lyonia* Vol 8 (2).
- Cerón, C. 2003. Manual de Botánica. Sistemática, Etnobotánica y métodos de estudio en el Ecuador. Escuela de Biología. Universidad Central del Ecuador. Quito, Ecuador. 191pp.
- Contreras F, Leaño C, Licona J, Dauber E, Gunnar L, Hager N, Caba C. 1999. Guía para la Instalación y Evaluación de Parcelas Permanentes de Muestreo (PPMs). Santa Cruz de la Sierra, Bolivia.
- De la Cruz. 2006. Introducción al análisis de datos mapeados o algunas de las (muchas) cosas que puedo hacer si tengo coordenadas (en línea). *ECOSISTEMAS Revista Científica y Técnica de Ecología y Medio Ambiente*.
- Delgado T, Aguirre Z. 2002. *Vegetación de los bosques secos de Cazaderos-Mangaurco, occidente de la provincia de Loja*. Ecociencia. Quito, Ecuador.
- Dinerstein E, Olson D, Gram D, Webster A, Primn S, Brookbinder M, Ledec G. 1995. Una evaluación del estado de conservación de las eco regiones de América Latina y Caribe. Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento/Banco Mundial, Washington, DC.
- Ewel, J. 1980. Tropical succession: manifold routes to maturity. *Biotropica* 12:2–7.



- Fajardo L, Gonzalez V, Nassar J, Lacabana P, Portillo C, Carrasquel F, Rodriguez F. 2005. Tropical dry forests of Venezuela: Characterization and current conservation status. *Biotropica* 37: 531–546.
- Gómez A, Rico L. 2006. Efectos de tres tratamientos silviculturales sobre la composición florística y la estructura horizontal del bosque seco secundario latifoliado en la microcuenca Las Marías, Telica, León. Managua-Nicaragua, Trabajo de Diploma.
- Janzen, D. H. 1988. Tropical dry forests, the most endangered major tropical ecosystem. Pages 130–137 in E. O. Wilson, editor. *Biodiversity*. National Academy Press, Washington, D.C.
- Kennard, D. K., K. Gould, F. E. Putz, T. S. Fredericksen, and F. Morales. 2002. Effect of disturbance intensity on regeneration mechanisms in a tropical dry forest. *Forest Ecology and Management* 162:197–208.
- Klitgaard B., P. Lozano, Z. Aguirre, B. Merino, N. Aguirre, T. Delgado & F. Elizalde. 1999. Análisis Florístico y estructural del Bosque "el Tundo" Sozoranga. *Herbario LOJA* (Universidad Nacional de Loja) 3: 1–24.
- Leal-Pinedo J. M, Linares-Palomino L. 2005. Los Bosques secos de la Reserva de Biósfera del Noroeste (Perú): Diversidad arbórea y estado de conservación. *Caldasia*. 27(2):195-211.
- Linares-Palomino, R. 2004a. Los bosques tropicales estacionalmente secos: I. El concepto de los bosques secos en el Perú. *Arnoldia* 11(1): 85- 102.
- Linares-Palomino, R. 2004b. Los bosques tropicales estacionalmente secos: II. Fitogeografía y composición florística. *Arnoldia* 11(1): 103-138.
- Maass, J. M. 1995. Conversion of tropical dry forest to pasture and agriculture. In S. H. Bullock, H. A. Mooney, and E. Medina (Eds.). *Seasonally dry tropical forests*, pp. 399–422. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Meli, P. 2003. Restauración ecológica de bosques tropicales. Veinte años de investigación académica. *Interciencia* 28:581–589.
- Ministerio de Defensa. 2004. En: ECOLAP y MAE. 2007. Guía del Patrimonio de Áreas Naturales Protegidas del Ecuador. ECOFUND, FAN, DarwinNet, IGM. Quito, Ecuador.
- Ministerio del Ambiente del Ecuador, UICN, Comisión Mundial de Áreas Protegidas CMAP. 2007. SITUACIÓN ACTUAL DEL SISTEMA NACIONAL DE ÁREAS PROTEGIDAS DEL ECUADOR: Informe Nacional - Ecuador 2007 II Congreso Latinoamericano de Áreas Protegidas, Bariloche, Argentina. Septiembre 30 a Octubre 6 de 2007. Disponible en:
<http://www.caf.com/attach/9/default/InformeparaelCongresoEcuador.pdf>



- Ministerio del Ambiente. 2009. Mapa de la Reserva Ecológica Arenillas (en línea). Cartografía base: IGM Áreas protegidas: MAE. Consultado 19 sep 2010. Disponible en:
http://www.ambiente.gob.ec/userfiles/51/file/13Mapa%20%20RE_ARENILLAS.pdf
- Moony, H.A., S.H. Bullock & E. Medina. 1995. Introducción. Pp. 1-8 En: Bullock, S.H., Mooney, H.A. & E. Medina (eds.) Seasonally Dry Tropical Forests. Cambridge University Press, Cambridge.
- Moreno C. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T-Manuales y Tesis SEA, vol. 1. Zaragoza, 84 pp.
- Morláns M. 2004. Introducción a la ecología de Poblaciones. Universidad Nacional de Catamarca, Editorial científica Catamarca ISSN: 1852-3013. Argentina.
- Murphy, P. G., and A. E. Lugo. 1986. Ecology of tropical dry forest. Annual Review of Ecology and Systematics 17:67–88.
- Murphy, P. G., and A. E. Lugo. 1995. Dry forests of Central America and Caribbean islands. Pages 9–34 in S. H. Bullock, H. A. Mooney, and E. Medina, editors. Seasonally dry tropical forests. Cambridge University Press, New York.
- Organización Darwinnet. 2010. Información Básica (en línea). Consultado 9 sep 2010. Disponible en:
http://www.darwinnet.org/index.php?option=com_content&view=article&id=70&Itemid=146
- Paladines P, R. 2003. Propuesta de conservación del Bosque seco en el Sur de Ecuador. Fundación Científica San Francisco. En: Lyonia 4(2): 183-186.
- Perla C, Tórres J. 2008. Caracterización de la vegetación forestal, usos y diversidad de especies de la vegetación forestal en la Reserva Privada Escameca Grande, San Juan del Sur, Rivas. Managua-Nicaragua, Trabajo de Diploma.
- Pennington, R.T., D.E. Prado & C.A. Pendry. 2000. Neotropical seasonally dry forests and quaternary vegetation changes. Journal of Biogeography 27: 261-273.
- R Development Core Team. 2010. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org>.
- Salazar, A. 2010. Estructura Y Composición Florística Del Bosque Seco De La Reserva Ecológica Militar Arenillas (REMA) (en preparación). Tesis previa a la obtención de Ing. en Gestión Ambiental UTPL.
- Sánchez-Azofeifa, G.A., Kalacska, M. Quesada, M., Calvo, J., Nassar, J., Rodriguez, J.P. (2005). Need for integrated research for a sustainable future in tropical dry forests. Conservation Biology, 19(2): 1-2.



- Smith, L y Smith, T. 2001. Ecología. Pearson Addison. Cuarta edición. Madrid. Pag 170-171
- Vieira D, Scariot A. 2006. Principles of Natural Regeneration of Tropical Dry Forests for Restoration. Society for Ecological Restoration International: MARCH 2006 Restoration Ecology Vol. 14, No. 1, pp. 11–20 11.
- Zenteno F, López R, Larrea D. 2009. Patrones de distribución espacial de *Parodia maassii* (Heese) A. Berger (Cactaceae) en un semidesierto de los Andes subtropicales, la prepuna. Ecología en Bolivia 44(2): 99-108, Octubre 2009. ISSN 1605-2528.