Evaluación de la estructura vegetal de un bosque muy húmedo Pre-Montano en Guasaganda

L. Amores * E. Jiménez
Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción.
Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL)
Campus Gustavo Galindo, Km 30.5 vía Perimetral
Apartado 09-01-5863. Guayaquil-Ecuador
lamores@espol.edu.ec* ejimenez@espol.edu.ec

Resumen

El presente estudio, se desarrolló en el cantón La Maná, provincia de Cotopaxi, en un predio localizado entre las *coordenadas 79º 08' 00" de longitud Oeste y 00º 47' 00" de latitud Sur, el bosque es de tipo secundario y cuenta con* un área de 51.57 has. El ensayo se realizó dividiendo el área en tres lotes y en cada uno de ellos se establecieron 3 Unidades de Muestro de 1600 m2, donde se levantaron datos como: DAP, altura del árbol, diámetro de copa. El número total de individuos muestreados fue de 1988, pertenecientes a 64 géneros, 41 familias, 75 especies identificadas y 1 especie desconocida. Las familias más representativas fueron: MORACEAE, CLUSIACEAE, ARECACEAE, las especies más abundantes Wettinia equalis, Protium ecuadoriensis, Aegiphila alba, Vernonanthura patens, Inga carinata, las especies con mayor valor de importancia y mayor valor forestal, en los diferentes estratos fueron: Wettinia equalis, Aegiphila alba, Protium ecuadoriensis, Inga carinata. Según el índice de diversidad de Shannon el lote más diverso y con mayor equidad fue el lote 3. Por último, el análisis del coeficiente de Jaccard dio como resultado la similitud florística entre el lote 2 y 3.

Palabras Claves: La Maná, unidades de muestro, valor de importancia, diversidad, similitud, Jaccard.

Abstract

The present study was developed in the canton "La Maná" in the province of Cotopaxi, in a plot located between the coordinates 79º 08' 00"of west longitude and 00º 47' 00" of south latitude, it is a secondary type forest with an area of 51.57 has. The test was done dividing the area in three plots in which three 1600 m2 sample units were established, some of the data collected was: DAP, tree height, the top tree diameter. The total number of sampled individuals was 1988, they belong to 64 genuses, 41 families, 75 identified species and 1 non-indentified specie. The most representative families were: MORACEAE, CLUSIACEAE, ARECACEAE, the most abundant species were: Wettinia equalis, Protium ecuadoriensis, Aegiphila alba, Vernonanthura patens, Inga carinata, the species with the highest value of importance and highest forest value, in the different strata were: Wettinia equalis, Aegiphila alba, Protium ecuadoriensis, Inga carinata. According to the Shannon diversity index, the most diversify plot and with the highest equity was the plot 3. Finally, the analysis of the Jaccard coefficient showed the floristic similarity among the plots 2 and 3.

.

Keywords: La Maná, units of sampling, importance value, diversity, similarity, Jaccard.

1. Introducción

La extinción de especies es un proceso natural, pero con el inicio de la actividad agrícola hace 10 mil años, la expansión de los asentamientos humanos y el desarrollo del comercio y la industria, aumentó notablemente. Actualmente cada 30 minutos se extingue una especie en el mundo, lo que representa un constante agotamiento de la riqueza biológica del planeta. Algunos autores sugieren que para el año 2025 podrían desaparecer hasta la mitad de las que actualmente existente [9].

Según la FAO. 1999, se calcula que la pérdida mundial de bosques y selvas asciende a más de 16.1

millones de has. por año, de los cuales 15.2 millones se encuentran en zonas tropicales [6].

El Ecuador es uno de los países con mayor diversidad del continente y del mundo, en flora cuenta con 25.000 especies distribuidas en las distintas regiones del país. A nivel mundial ocupa el tercer lugar en número de anfibios, el cuarto en aves y reptiles, el quinto en monos y el sexto en mamíferos [6].

Hasta septiembre del 2000 según el "Libro rojo de las plantas endémicas del Ecuador", se registraron 4.011 especies de plantas endémicas para el Ecuador, correspondiendo a la zona Andina el mayor porcentaje de endemismo (75%), una menor proporción existe en las tierras bajas de la Costa y una cantidad más pequeña restringida a las tierras bajas de las Galápagos y la Amazonia (5,6%) [6].

Existe información de 3562 especies endémicas para juzgar su estado de conservación; el 83% de éstas califican como amenazadas, subiendo el porcentaje a nivel mundial entre el 13 al 14%. La categoría más común entre las plantas endémicas del Ecuador es “vulnerable", constituyendo los dos tercios de los individuos amenazados; en la categoría "en peligro" se encuentra un 28% y en “peligro critico" un 10%. Por lo anterior, el Ecuador es considerado como el país con mayor tasa de deforestación entre los países de la cuenca amazónica [5,6].

Con estas premisas y tomando en cuenta en el país no existen estudios realizados en bosque muy húmedo pre-Montano, se implementaron unidades de muestreo para evaluar la estructura de la vegetación y el crecimiento de árboles en la parroquia Guasaganda, del cantón La Maná situada en el inicio de las estribaciones de la cordillera de Los Andes en la provincia de Cotopaxi.

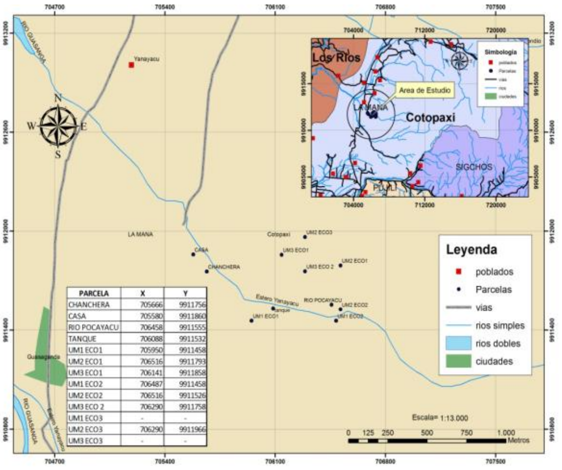
2. Materiales y métodos.

2.1. Localización del proyecto.

El proyecto de investigación se realizó en los predios de propiedad del Centro de Investigaciones SASHA WIWA en la parroquia Guasaganda perteneciente al cantón La Maná.

El cantón La Maná está localizado en la región natural occidental de las estribaciones externas de la cordillera de Los Andes, en la provincia de Cotopaxi. Se ubica en la zona templada entre los 200 y 1150 m.s.n.m., está dividida en tres parroquias: la Maná, Guasaganda y Pacayacu.

El predio está localizado en las coordenadas 79º 08’ 00” de longitud Oeste y 00º 47’ 00” de latitud Sur, tiene una superficie total de 111.89 ha de las cuales 51.57 ha pertenecen a un bosque secundario no disturbado por alrededor de 30 años, es propiedad de la Curia de Cotopaxi,



PARCELA	X	Y
CHANCHERA	705666	9911756
CASA	705580	9911860
RIO POCAYACU	706458	9911555
TANQUE	706088	9911532
UM1 ECO1	705950	9911458
UM2 ECO1	706516	9911793
UM3 ECO1	706141	9911858
UM1 ECO2	706487	9911458
UM2 ECO2	706516	9911526
UM3 ECO 2	706290	9911758
UM1 ECO3	-	-
UM2 ECO3	706290	9911966
UM3 ECO3	-	-

Figura 1. Ubicación del área de estudio con los puntos geográficos las unidades de muestreo.

2.2. Reconocimiento preliminar.

Se realizó un recorrido por la zona de estudio con el objetivo de determinar el número de unidades de muestreo de acuerdo al área para que las muestras sean representativas.

Según el reconocimiento de la zona estudiada y la literatura revisada el diseño de muestreo fue “Muestreo Aleatorio Estratificado” (Manual de métodos básicos de muestreo y análisis en ecología vegetal), y luego se designó geográfica y numéricamente las unidades muestréales (UM).

2.3. Identificación del área y establecimiento de las unidades de muestreo.

Las UM fueron de las siguientes dimensiones: 40 m x 40 (1600 m2) m, en las cuales se muestrearon todas las especies forestales con un diámetro mayor a 7,5 cm.

Al interior de cada UM se instaló un cuadro de 20 m x 20 m en el cual se dividieron las 5 subunidades de muestreo (Sub UM) las cuales tenían una dimensión de 10 m x 10 m. como se muestra en el figura 5.3 donde se muestrearon las especies forestales con un diámetro mayor de 2,5 cm y menor de 7,5 cm de diámetro.

De la subunidad central se realizaron cuadros (C) en los extremos con las siguientes dimensiones: 2 m x 2 m, donde se estudiaron las especies forestales con un diámetro menor de 2,5 cm, como se muestra en la figura 2.

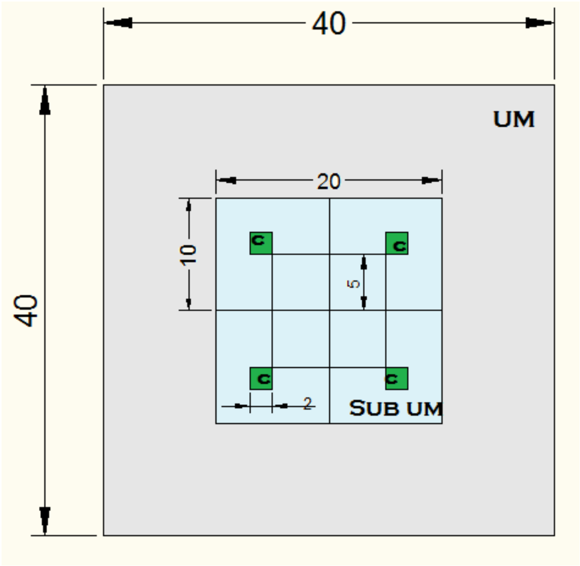


Figura 2. Diseño de las unidades de muestreo anidadas Fuente: adaptado de: Villavicencio-Enríquez y Valdez-Hernández (2003)

2.4. Análisis de la vegetación.

Una vez obtenido los datos en campo y con la respectiva identificación de las especies por parte del Herbario de la Universidad Central del Ecuador, se determinó la frecuencia, abundancia y densidad de las especies, así como el Índice de Valor de Importancia (I.V.I.), Índice de Valor Forestal (I.V.F) y los índices de diversidad, equidad y similitud de las especies.

Para cada caso se emplearon las siguientes formulas:

Intensidad de muestreo (I). la cual se aplicó para conocer si el área muestreada fue representativa con respecto a la población.

$$I = \frac{\text{Superficie de la muestra}}{\text{Superficie de la Poblacion}} * 100$$

Diámetro a la altura del pecho (DAP):

$$DAP = \frac{CAP}{\pi}$$

h = altura
f = factor de forma (0.6 para latífoliadas y 0.5 para coníferas.
C= diámetro de copa

Para determinar el área basal (AB) y el volumen se utilizaron las siguientes fórmulas:

$$AB = 0.7854 * (DAP)^2$$

$$\text{Volumen} = 0.7854 * (DAP^2) * Ht * f$$

Donde: AB= área basal; HT= Altura Total; f= factor de forma.

Los valores de densidad, dominancia y frecuencia, por especie se determinaron con la siguiente fórmula: (Stiling 1999):

$$\text{Densidad} = \frac{\text{Número de individuos}}{\text{Area muestreada}}$$

$$\text{Densidad relativa} = \frac{\text{Densidad por especie}}{\text{Densidad todas las especies}} * 100$$

$$\text{Dominancia} = \frac{\text{Total area basal}}{\text{Area muestreada}}$$

$$\text{Dominancia relativa} = \frac{\text{Dominancia por especie}}{\text{Dominancia todas las especies}} * 100$$

$$\text{Frecuencia} = \frac{\text{Unidades de muestreo en que esta la especie}}{\text{N° total unidades de muestreo}}$$

$$\text{Frecuencia relativa} = \frac{\text{Frecuencia por especie}}{\text{Frecuencia todas las especies}} * 100$$

El Índice de valor de Importancia (IVI) y el Índice de Valor Forestal (IVF) se obtuvo de la siguiente manera (Stiling 1999):

$$I.V.I. = \sum \begin{matrix} \text{densidad relativa} \\ \text{dominancia relativa} \\ \text{frecuencia relativa} \end{matrix}$$

$$I.V.F. = \sum \begin{matrix} \text{DAP relativo} \\ \text{altura relativa} \\ \text{cobertura relativa} \end{matrix}$$

El índice de diversidad de Shannon (H') se calcula con la siguiente ecuación:

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

Donde pi = proporción (o abundancia relativa) de cada una de las especies.

La equidad (E) se calcula con la siguiente fórmula:

$$E = \frac{H'}{\sum \ln S}$$

Donde S = número total de especies.

El coeficiente de Jáccard. Se calcula de la siguiente forma:

$$\text{Coeficiente de Jaccard} = C / (A + B - C)$$

Donde:

A= Numero de especies encontradas en el primer grupo.
B = Numero de especies encontradas en el segundo grupo.
C = Numero de especies que se repiten en los dos grupos.

Análisis estadístico. Para poder realizar un análisis sobre el estado en que se encuentra el bosque se procede a separar el bosque en tres zonas o lotes según su gradiente de intervención.

La varianza* para el índice de Shannon se calculo con la siguiente formula.

$$\operatorname{var} H' = \frac{-\sum \mathrm{pi} \ln(\mathrm{pi})^2 - (\sum \mathrm{pi} \ln \mathrm{pi})^2}{N} - \frac{s-1}{2N^2}$$

Para el análisis estadístico se plantearon las siguientes hipótesis:

- Ho: No existe diferencias entre las tres zonas o lotes del Bosque
- Ha: Existe diferencia entre las tres zonas o lotes del bosque.

Para obtener t* (prueba de t) se utilizo la siguiente formula (16):

$$t = \frac{(H'1 - H'2)}{(\mathrm{Var}H'1 + \mathrm{Var}H'2) * 0.5}$$

Los grados de libertad* (gl) se los obtuvo de la siguiente manera (16):

$$gl = \frac{(\operatorname{var} H'1 + \operatorname{var} H'2)^2}{((\mathrm{Var}H'1)^2 / N1) + ((\mathrm{Var}H'2)^2 / N2)}$$

3. Resultados y discusión.

3.1 Curva Especie – Área.

Se realizaron 9 unidades de muestreo y se obtuvo como resultado que a partir del incremento de la 7ma. , la curva de especies vs. área tendió a normalizarse, y el incremento en el número de especies (2,6 %) no fue representativo con respecto al incremento en el área de muestreo, por lo tanto el área mínima de muestreo (14.400 m2) es acorde con el estudio.

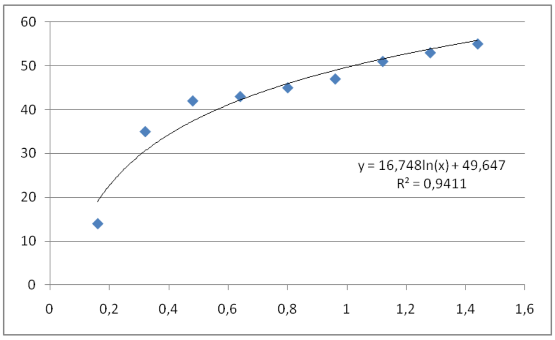


Figura 3. Curva especie – área, bosque muy húmedo pre-montano en Guasaganda.

3.2. Abundancia de especies.

El número total de individuos muestreados dentro de las UM fue de 1988 pertenecientes a 75 especies y 1 especie desconocida, las cuales están representadas en 64 géneros y 41 familias.

El género más representativo fue el Ficus, con 4 especies (Protium, Cecropia, Tovomita, Inga, Virola, Piper, Faramea),

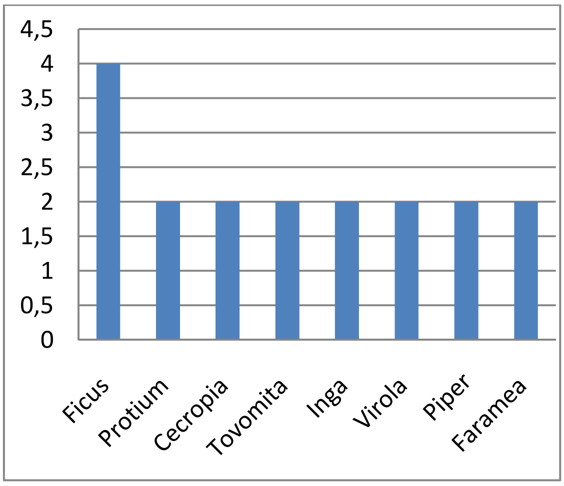


Figura 4. Abundancia de especies por género botánico.

La familia MORACEAE fue el grupo de mayor diversidad con siete especies, seguida por las CLUSIACEAE y ARECACEAE con cinco y cuatro respectivamente, ARACEAE, CECROPIACEAE, CHRYSOBALANACEAE, MELIACEAE, RUBIACEAE con 3 especies cada una como se muestra en la figura 11, el resto de familias están representadas con dos y una especies.

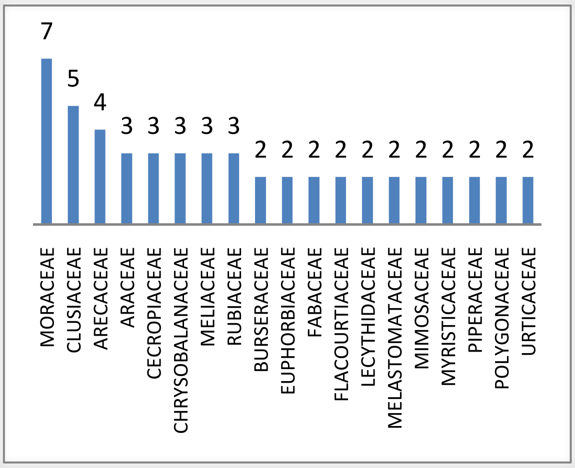


Figura 6. Abundancia de especies por familia botánica.

3.3. Abundancia de especies en los diferentes estratos.

Según el muestreo realizado, se obtuvo 1063 individuos en el estrato alto, 529 en el estrato medio y 396 en el estrato bajo o sotobosque (grafico 6).

Las 10 especies con mayor cantidad de individuos representaron el 65% del total de los individuos muestreados los cuales son: Wettinia equalis (O.F. Cook & Doyle) R. Bernal, Protium ecuadoriensis Benoist, Aegiphila alba Moldenke, Vernonanthura patens (Kunth) H. Rob., Inga carinata T.D. Penn., Tovomita weddelliana Planch. & Triana, Piper obliquum Ruiz y Pav., Virola sp., Xanthosoma sagittifolium, Cecropia hispidissima Cuatrec. Y representan el 70% para el estrato alto, 62% para el estrato medio y el 58% para el estrato bajo.

El gráfico muestra la abundancia de especies de acuerdo a los diferentes estratos (rojo) y la abundancia de las 10 especies más representativas (azul)

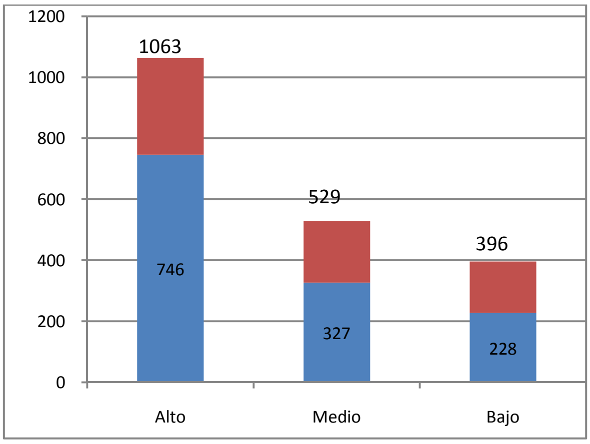


Figura 5. Representación grafica de la abundancia de especies más representativas en comparación al total de individuos en los diferentes estratos.

3.4. Clasificación diamétrica.

Para la clasificación diamétrica se tomaron en cuenta los 1988 individuos que se encontraron en los cuadros, subunidades y las unidades de muestreo

En la Figura 7, se distribuyeron intervalos con amplitud de cinco centímetros, en el cual se muestra que el 62% de los individuos se sitúan en un intervalo que va desde 0 hasta 0,15 centímetros de DAP, lo cual refiere que el bosque está conformado por una gran cantidad de individuos jóvenes, y apenas el 0,5% de individuos supera los 50 cm de DAP, lo cual indica que este bosque se encuentra en un proceso de recuperación y lo se lo corrobora con la forma de J invertida que muestra el grafico 13.

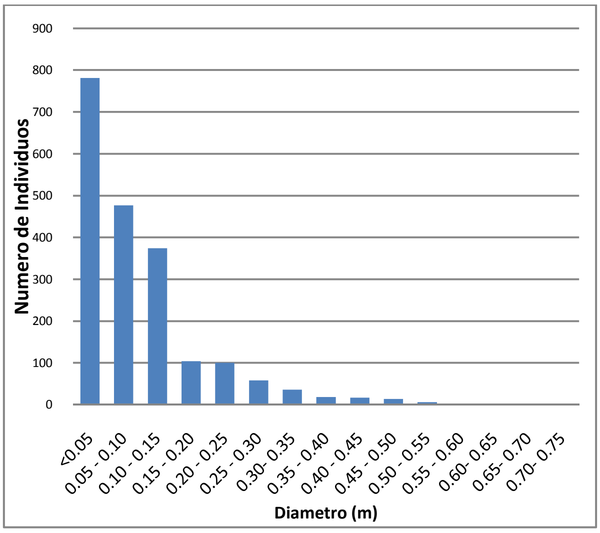


Figura 7. Distribución diametrica del total de individuos

Según Lamprecht 1990, la distribución diamétrica en bosques nativos jóvenes o en proceso de recuperación presenta una tendencia de j invertida.

Esto debido a que el bosque en estudio ha sido intervenido y ha reducido su tamaño por causa de la tala de árboles y la actividad ganadera.

3.4. Valores Ecológicos.

Las especies con mayor valor de importancia (IVI) y mayor valor forestal (IVF) en los diferentes estratos fueron:

En el estrato alto, Wettinia equalis, fue la de mayor valor de importancia (70,54) y valor forestal (56,19), seguido de Aegiphila alba (34,17 IVI; 36,14 IVF) y Protium ecuadoriensis (25,27 IVI; 25,66 IVF), en segundo y tercer lugar respectivamente.

En el estrato medio las especies con mayor valor de importancia (48,70) y valor forestal (39,54) fue

Wettinia equalis, seguida de Protium ecuadoriensis (26,27 IVI; 32,62 IVF) y Vernonanthura patens (22,88 IVI; 25,42 IVF).

En el estrato inferior, la única variable a tomar fue la altura, por lo tanto el I.V.I. esta directamente influenciado por la misma: entre las de mayor IVIse encontraron: Inga carinata (17,69), Wettinia equalis (10,94), Anthurium sp., Tovomita weddelliana (9,38).

3.5. Diversidad

Índice de Shannon.

Tabla 1. Obtención del índice de Shannon, varianza y equidad

	ECO 1	ECO 2	ECO3
E	0,756	0,829	0,831
Var	0,003	0,002	0,002
H'	2,925	3,275	3,428
N	608	572	808

El lote más diverso y con mayor equidad fueel lote 3 con un índice de Shannon de 3.43 seguido por el lote 2 con un índice de Shannon de 3.28 y por último el lote 1 con un índice de Shannon de 2.93.

Índice de Jaccard

Con un total de 76 especies se realizó el siguiente análisis del coeficiente de Jaccard.

Tabla 2. Comparaciones entre los diferentes lotes para obtener el índice de Jaccard.

COMPARACIONES	Nº IND. COMUNES	INDICE DE JACCARD
eco1/eco2	32	0,4571
eco2/eco3	45	0,6338
eco1/eco3	43	0,6056
eco1/eco2/eco3	31	0,2296

Por medio del análisis del coeficiente de Jaccard entre los lotes, se encontró mayor similitud florística entre los eco 2 y eco3 con un 63.38% de coeficiente de Jaccard; entre la eco1 y eco 3 y la eco1 y eco2 se obtuvo una similitud de 60.56% y 45.71% respectivamente.

3.6. Análisis Estadístico.

Para realizar el análisis estadístico se plantearon las siguientes hipótesis:

Ho: No existe diferencias entre las tres zonas o lotes del Bosque muy húmedo pre – montano.

Ha: Existe diferencia entre las tres zonas o lotes del Bosque muy húmedo pre – montano.

Tabla 3. Análisis estadístico entre los tres lotes del bosque en estudio.

	ECO 1 / ECO 2	ECO 1 / ECO 3	ECO 2 / ECO 3
tcal	4,7445	7,0745	2,4778
gl	3815,44	6925,05	3974,59
ttab 5%	1,6449		
ttab 0.05%	2,5758		

Realizando una prueba de t Student para encontrar similitud o diferencia entre los lotes estudiados se obtuvo como resultado que entre el lote 1 y lote 2 un valor t igual a4.75 por lo tanto se acepta la hipótesis alternativa la cual indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre el lote1 y lote 2 al 0.05 de significancia.

Entre el lote 1 y lote 3 se obtuvo un valor de t igual a 7.08 por lo cual al igual que en el caso anterior se acepta la hipótesis alternativa.

Entre el lote 2 y lote 3 el valor de t fue de 2.48 por lo cual se acepta la hipótesis nula de que no existe diferencia significa entre lote2 y lote 3 al 0.05 de significancia.

4. Conclusiones y recomendaciones.

4.1. Conclusiones.

Las especies con mayor peso ecológico, en los índices valor de importancia (IVI) e índice de valor forestal (IVF), en los tres estratos fueron: Wettinia equalis, especie de regeneración secundaria, seguida en el estrato alto de Aegiphila alba, Protium ecuadoriensis, en el estrato medio de Protium ecuadoriensis y Vernonanthura patens, y en el estrato inferior Inga carinata, Anthurium sp., y Tovomita weddelliana.

Los índices de diversidad en los estratos medio indica que existe una diversidad de 38 % y 34% en el estrato bajo en promedio, lo que determina un bosque en crecimiento con alrededor del 62 – 66% de diferencia con el actual.

Los índices de diversidad mostraron que el lote más diverso y de mayor equidad es el Lote 3 con un índice de Shannon de 3.43, seguido por el lote 2 con un índice de 3.28, aunque no existe diferencia significativa entre estos dos y por último el lote 1 con un índice de Shannon de 2.93.

El bosque en estudio se encuentra en un estado de transición donde la mayor diversidad se encuentra en el lote 3, existiendo una similitud florística del 63,38% con el lote 2 y del 60,56 % con el lote 1, y una similitud del 45,71% entre el lote 1 y 2, lo cual es corroborado por el número de especies en común.

La cobertura vegetal pertenece a un bosque de tipo secundario siendo el lote 3 el de menor intervención por el difícil acceso al mismo.

4.2. Recomendaciones.

En base al estudio realizado se recomienda:

Realizar una barrera de protección en las periferias del bosque para minimizar la intervención humana y animal (ganado), debido a que se encuentra rodeado de pastizales y permitiría una mejor recuperación del bosque.

Realizar un plan integral para el desarrollo de especies endémicas y forestales que aporten para un programa de reforestación de las áreas circundantes y así evitar la pérdida de suelo en la parte baja del bosque, ocasionada por las crecientes del río Pucayacu.

Sensibilizar a las comunidades aledañas acerca de los beneficios que se pueden obtener mediante un manejo sostenible y sustentable del bosque (flora y fauna).

Promover la investigación de especies con características especiales (ornamentales, forestales, medicinales, etc.) en los bosques muy húmedos pre – montanos, los cuales son muy escasos en el país.

5. Agradecimientos

A todas las personas que de uno u otro modo colaboraron en la realización de este trabajo y especialmente al M.Sc. Edwin Jiménez R., Director de Tesis; al Ph.D. Ramón Espinel, Director del Centro de Investigación Rural (CIR – ESPOL), por su invaluable ayuda y a mis amigos, por su ahínco para culminar este trabajo.

6. Referencias

[1] Cañadas, L. El mapa bioclimático y ecológico del Ecuador. MAG-PRONAREG. Quito – Ecuador. 1983.

[2] Lamprecht, Hans: Silvicultura en los trópicos: los ecosistemas forestales y sus especies arbóreas; posibilidades y métodos para un aprovechamiento sostenido/por Hans Lamprecht. Trad. Del Antonio Carrillo. Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH. – Rossdorf: TZ – Verl.- Ges., 1990.

[3] Salvatierra A. Felipe, Problemas Ambientales. S.O.S. La Tierra En Peligro. Babahoyo, Ecuador. Pág. 21 – 43. 1996

[4] Smith, R. L. Ecology and Field Biology. 3ra. Edición. New York, EE. UU. 664 695 pág. 1980

[5] Sierra, R. La deforestación en el Noroccidente del Ecuador. 1996

[6] Tosi, J. Climatic control of territorial ecosystems: a report n Holdridge model. Economic Geography 40 (2) 174 – 181. 1964.

[7] Valencia, R., N. Pitman, S. León-Yánez S. & P. Jorgensen. Libra rojo de las plantas endémicas del Ecuador 2000.

[8] Villavicencio-Enríquez, L. y J.I. Valdez Hernández. 2003. Análisis de la estructura arbórea del sistema agroforestal rusticano de café en San Miguel, Veracruz, México. Agrociencia 37(4): 413-423

[9] World Resources Institute. Ecosistemas y Bienestar Humano. Marco para la Evaluación. Resumen en español del Informe del Grupo de Trabajo sobre Marco Conceptual de la Evaluación de Ecosistemas del Milenio. 2003