

# **Estructura de la Vegetación, Diversidad y Regeneración Natural de Árboles en Bosque Seco en la Comuna Limoncito- Provincia de Santa Elena**

Jorge Mendoza, Edwin Jimenez.\*  
Facultad de Ingeniería 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  
[jmen\\_87@hotmail.com](mailto:jmen_87@hotmail.com), [ejimenez@espol.edu.ec](mailto:ejimenez@espol.edu.ec)

## **Resumen**

*El presente estudio hace referencia a la estructura de la vegetación de un bosque seco tropical en el cual se analizaran los tipos de vegetación, el grado de conservación y su regeneración en la comuna El Limoncito provincia de Santa Elena, para este trabajo se empleo el diseño de muestreo estratificado, se instalaron once unidades de muestreo de 400 m<sup>2</sup>, a cada unidad se la dividió en 3 estratos, se tomaron datos de las especies como: altura, DAP y diámetro de copa para calcular los valores de IVI, IVF, diversidad y similitud florística, diferenciando dos grupo de bosques: perturbado y poco perturbado, se encontraron diferencias significativas entre ellos. Se obtuvo en total de 603 individuos clasificados en 43 especies y 20 familias la mayor conservación, diversidad y regeneración se evidencia en el bosque poco perturbado.*

*La vegetación encontrada en la zona de estudio indica que es un bosque secundario siendo *Guazuma ulmifolia* la especie más abundante y con los mayores valores en IVI e IVF 67,33 y 130.21 respectivamente.*

**Palabras claves:** *IVI (índice de valor de importancia), IVF (índice de valor forestal), DAP (diámetro altura de pecho), UM (unidades muestrales).*

## **Abstract**

*This study refers to vegetation structure of a tropical dry forest in which they analyzed the types of vegetation, degree of conservation and regeneration in the borough El Limoncito Santa Elena, this paper uses the stratified sampling design, eleven units were installed sample of 400m<sup>2</sup>, each unit is divided it in 3 layers, data were taken from species such as height, DAP and diameter cup to calculate the values of IVI, IVF, diversity and similarity flora, distinguishing between two groups of forest: undisturbed and little disturbed significant differences between them. Was obtained in total 603 individuals classified into 43 species and 20 families most conservation, diversity and regeneration in the forest little evidence disturbed.*

*The vegetation found in the study area indicates that is a secondary forest remains *Guazuma ulmifolia* the most abundant species and the highest IVI and IVF values 67.33 and 130.21 respectively.*

**Keywords:** *IVI (Importance Value Index), IVF (forest value index), DAP (diameter at breast height), UM (sample units).*

\* Profesor Investigador FIMCP-IAB

## 1. Introducción

El Bosque Seco tropical actual es el resultado de la alteración que se realizó en el pasado al bosque, buscando en él condiciones aptas para la ganadería y agricultura principalmente. Por este motivo la deforestación se dio en muchas partes, en otras se utilizó el fuego para despejar el terreno con mayor rapidez.

Los bosques secos de la Cordillera de la Costa han sido señalados como áreas prioritarias para la conservación a nivel mundial en diversos análisis, debido principalmente a su alto nivel de endemismo, pues se calcula que una de cada cinco especies de plantas y árboles de la zona se encuentran solamente en la costa ecuatoriana, con este antecedente, resulta prioritario desarrollar más estudios orientados a determinar su estructura y vegetación.

Un 2% de los bosques que existen en el mundo corresponden a Bosque Tropical Seco y su principal característica es ser semi o caducifolio.

Menos del 75% de la cobertura original de bosques secos permanecen en el Ecuador.

En este documento se estudio la composición florística y se determino los parámetros ecológicos y dasométricos de las especies, la estructura diamétrica y los perfiles estructurales, además se realizaron análisis sobre el estado de conservación del bosque.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1. Objetivo general:

- Evaluar la estructura, diversidad y regeneración natural de árboles en Bosque Seco Tropical de la Comuna Limoncito.

### 2.2. Objetivo específico:

- Determinar el estado de intervención del bosque seco.
- Determinar la densidad de las especies forestales.
- Determinar la regeneración natural en el bosque seco.
- Determinar el índice de valor de importancia de las especies.
- Determinar el índice de valor forestal de las especies.

## 3. Materiales y Métodos

### 3.1. Localización del proyecto

El área donde se realizó la investigación es en la Comuna Limoncito que comprende a la Provincia de Santa Elena y la Provincia del Guayas, tiene una superficie aproximada de 52 hectáreas, con una elevación que va desde los 96 a los 149 m.s.n.m.

Esta comuna se encuentra a una altitud de 35 M con una precipitación anual comprendida entre 500 y 1000 mm. y una temperatura media anual de 28 °C. En la actualidad su principal actividad es la agricultura y ganadería, aún se conservan áreas de bosque secundario.

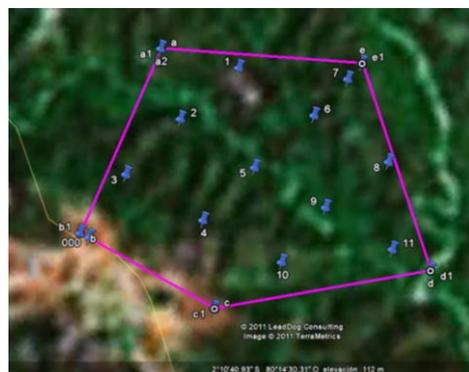


Figura1. Ubicación del área de estudio

### 3.2. Materiales

#### Fase de Campo

Machete, podón, cinta métrica, hipsómetro, estacas, cinta, GPS, piola, pintura en spray (dos colores diferentes), libreta de campo, cámara fotográfica.

#### Fase de Oficina

Computadora (Microsoft Word, Excel, Power Point, Programas estadísticos), tesis, libros, papel, tinta, pendrive.

### 3.3. Metodología

Para la realización de este trabajo se definió el diseño de muestreo estratificado, el procedimiento que se aplico fue el siguiente:

Recorrido preliminar del área de estudio.

Selección, numeración y ubicación geográfica de las UMP (Unidades Muestrales Permanentes).

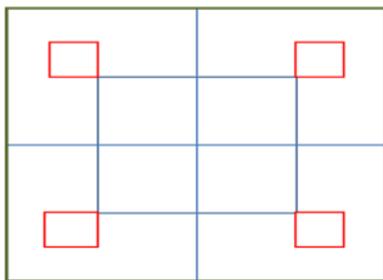
Ubicación de las UMP en campo sobre la base del diseño de Muestreo utilizado.

Las UMP (400 m<sup>2</sup>) fueron de 20 m X 20 m, y se analizaron todas las especies forestales con un diámetro mayor de 7.5 cm.

La UMP se dividió en 5 subunidades de muestreo (100 m<sup>2</sup>) de 10 X 10 m (Sub UMP), donde se analizaron las especies forestales con un diámetro mayor de 2.5 cm y menor de 7.5 cm.

De la subunidad central se instalaron los cuadros (C) en los extremos con las siguientes dimensiones: 2 X 2 m, donde se analizaran especies forestales con un diámetro menor de 2.5 cm.

0 (m)                      10                      20



**Figura 2.** Diseño de muestreo estratificado en la UMP.

**Tabla 1.** Descripción de las unidades de muestreo a estudiar.

Color	Nombre	Dimensiones	Descripción
	Unidad de muestreo(UM)	20 X 20 m	Arboles con diámetro mayor de 7.5cm DAP
	Sub Unidades (Sub UM)	10 X 10 m	Arboles entre 2.5 y 7.5 cm DAP
	Cuadros (C)	2 X 2 m	Individuos menores a 2.5 cm DAP

FUENTE: Modificado de Villavicencio E. Luis y Valdez H. Juan. Análisis de la estructura arbórea del sistema agroforestal rusticano de café en San Miguel, Veracruz, México. (2003)

**Toma de Datos**

Se procedió a marcar a los árboles que están dentro de la UM con pintura, marcándolos y enumerándolos con un código específico para no existiera pérdida de datos.

Las variables tomadas en la UM fueron: altura (total y a la primera rama), el CAP, diámetro de copa y nombre común de la especie.

En las sub UM (S UM) se midieron los árboles con un DAP (Diámetro a la Altura del Pecho) mayor a 2.5 cm y menor a 7.5 cm de diámetro y se procedió a tomar altura total, CAP y nombre común de la especie.

A los árboles presentes en el cuadro (C) se midió la altura y se identifico la especie por su nombre común.

Para la identificación de las especies se conto con la ayuda del guía, conocedor de la zona y de las especies presentes en esta. Para las especies que no se pudieron identificar se procedió a nombrarlas como desconocida y con una codificación, se envió una muestra al herbario de la Universidad Central de Quito “Alfredo Paredes” para la identificación de la(s) especie.

Se aplicó la fórmula de intensidad de muestreo (I) para conocer si el área muestreada es representativo de la población.

Superficie de la muestra

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

Superficie de la población

Los valores de densidad, dominancia, frecuencia, abundancia, IVI, IVF, Índice de Shannon y coef.de Jaccard se determinan como sigue:

$$DAP = CAP/\pi$$

h = altura

El área basal (AB) de los árboles se calcula en base a:

$$AB = \frac{\Pi}{4} x DAP^2$$

$$Densidad^* = \frac{\text{Numero total de individuos}}{\text{Area muestreada}}$$

$$Densidad\ Relativa^* = \frac{\text{Densidad por especie}}{\text{Densidad de todas las especies}} x 100$$

$$Do\ min\ ancia^* = \frac{\text{Area Basal por Individuo}}{\text{Area Basal del Total de los Individuos}}$$

$$Frecuencia\ Relativa^* = \frac{\text{Frecuencia por especie}}{\text{Frecuencia de todas las especies}} x 100$$

$$Do\ min\ ancia\ Relativa^* = \frac{\text{Do min ancia por especie}}{\text{Do min ancia de todas las especies}} x 100$$

$$Frecuencia\ * = \frac{\text{Unidades de muestreo en que esta presente la especie}}{\text{Numero total de unidades de muestreo}}$$

IVI = Densidad Relativa + Dominancia Relativa + Frecuencia Relativa

IVF= Diámetro relativo a la altura de pecho + altura relativa + cobertura relativa

Índice de Shannon H'

$H' = \sum \text{abundancia relativa} * \ln(\text{abundancia relativa})$

La equidad (E)\* se calculó con la siguiente fórmula:

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

Donde S = número total de especies

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.

Para poder realizar un análisis sobre el estado en que se encuentra el bosque se procede a separar en dos sistemas boscosos según su grado de intervención: bosque perturbado y bosque poco perturbado.

La varianza\* para el índice de Shannon se calculo con la siguiente fórmula:

$$\text{var } H' = \frac{\sum p_i \ln(p_i)^2 - (\sum p_i \ln p_i)^2}{N} - \frac{s-1}{2N^2}$$

Para obtener t\* (prueba de t) se utilizo la siguiente fórmula:

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

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

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

\*(Citado por de Villavicencio E. Luis y Valdez H. Juan. Análisis de la estructura arbórea del sistema agroforestal rusticano de café en San Miguel, Veracruz, México. (2003).

## 4. Resultados

Aplicando la formula de intensidad de muestreo se obtuvo el valor de 0.8461 lo que indica que el estudio es representativo.

Se realizaron 603 identificaciones botánicas para árboles y arbustos de los diferentes estratos del bosque en las cuales constan 43 especies, 37 géneros y 20 familias, de las 43 especies 2% pertenecen a la vegetación endémica, 89% de vegetación nativa y vegetación exótica con él 9%.

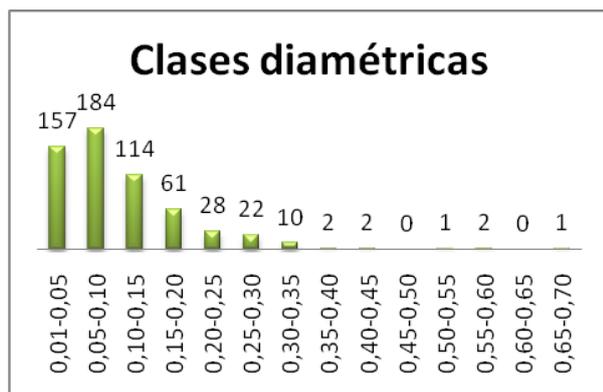
Las especies endémicas encontradas en este bosque son *Browneopsis disepala* con tres individuos y *Talisia setigera* con siete individuos, ambas especies están en peligro de extinción.

La clasificación de la cantidad de individuos se la realizo por medio de los nombres comunes obteniendo como resultado 537 individuos de vegetación nativa, 56 individuos de vegetación exótica y 10 individuos de vegetación endémica.

Haciendo una clasificación general del bosque se obtuvo que 19 individuos se encuentran en el estrato bajo, 250 en el estrato medio y 334 en el estrato alto.

Las 13 especies más representativas en este bosque fueron: *Guazuma ulmifolia* (Guasmo), *Simira ecuadorensis* (Colorado), *Geoffroea spinosa* (Seca), *Spondias purpúrea* (Ciruela), *Pithecellobium pausipinnata* (Compoño), *Tabebuia bilbergii* (Madera negra), *Tabebuia chrysantha* (Guayacán), *Brosimum alicastrum* (Tillo), *Eugenia sp.* (Chalu), *Ziziphus thyrsoiflora* (Ébano), *Leucaena trichodes* (Uña de gavilán), *Phyllanthus anisolobus* (Barbasco), *Pithecellobium excelsum*, obteniendo 15 individuos en el estrato bajo, 176 individuos en el estrato medio y 230 individuos en el estrato alto.

La clasificación diamétrica se distribuyó en 14 intervalos con una amplitud de 5 cm considerando los datos de las sub UM y cuadros de regeneración como se muestra en la gráfica 1.



**Gráfico 1.** Distribución diamétrica en cm de los individuos muestreados

Como se puede observar en la gráfica 1 este bosque está compuesto en su mayoría por individuos jóvenes con muy pocos árboles que han alcanzado su madurez, esto se debe principalmente a la extracción de madera y una lenta recuperación del bosque. Lamprecht (1990) manifiesta que la distribución diamétrica en bosques nativos jóvenes o en proceso de recuperación presentan una tendencia de j invertida.

En la siguiente tabla se muestran los valores de IVI e IVF de los diferentes estratos.

**Tabla 2.** Especies con los mayores valores de importancia (IVI) y mayores valores forestales (IVF).

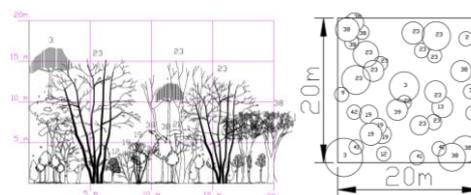
Nombre científico	Ind.	IVI	IVF
<b>UM</b>			
<i>Guazuma ulmifolia</i>	135	88,68	136,19
<i>Cochlospermum vitifolium</i>	9	25,11	13,98
<i>Geoffroea spinosa</i>	21	21,29	18,41
<i>Simira ecuadorensis</i>	26	16,98	15,88
<i>Spondias purpúrea</i>	20	14,89	15,81
<i>Ziziphus thyrsoiflora</i>	6	13,31	9,14
<i>Pithecellobium pausipinnata</i>	15	12,61	9,49
<i>Tabebuia bilbergii</i>	17	11,78	16,78
<i>Leucaena trichodes</i>	11	9,08	6,78
<i>Tabebuia chrysantha</i>	11	7,87	6,91
<b>SUB UM</b>			
<i>Pithecellobium pausipinnata</i>	37	28,39	26,29
<i>Brosimum alicastrum</i>	30	20,36	20,13
<i>Simira ecuadorensis</i>	22	18,11	19,28
<i>Eugenia sp.</i>	23	17,43	17,26
<i>Geoffroea spinosa</i>	21	17,23	17,57
<i>Leucaena trichodes</i>	11	10,54	10,03
<i>Guazuma ulmifolia</i>	10	9,65	9,39
<i>Phyllanthus anisolobus</i>	10	9,09	7,56
<i>Ziziphus thyrsoiflora</i>	12	8,75	9,12
<i>Mauria heterophylla</i>	8	8,66	8,68

La especie con mayor valor de importancia (IVI) en el estrato alto es *Guazuma ulmifolia* (Guasmo), seguida por *Cochlospermum vitifolium* (bototillo) y *Geoffroea spinosa* (seca).

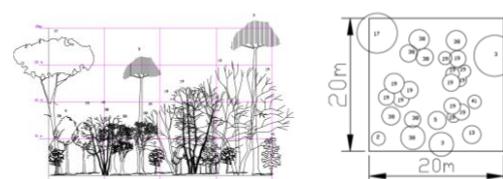
Las especies con mayor valor forestal (IVF) son: *Guazuma ulmifolia* (Guasmo), *Geoffroea spinosa* (Seca) y *Tabebuia bilbergii* (Madera negra).

La especie con mayor valor de importancia (IVI) en el estrato medio son: *Pithecellobium pausipinnata* (Compoño), *Geoffroea spinosa* (Seca) y *Brosimum alicastrum* (tillo).

Las especies con mayor valor forestal (IVF) son: *Pithecellobium pausipinnata* (Compoño), *Brosimum alicastrum* (Tillo) y *Simira ecuadorensis* (Colorado).



**Figura 3.** Estructura horizontal y vertical del bosque poco perturbado.



**Figura 4.** Estructura horizontal y vertical del bosque perturbado.

Al calcular el coeficiente de Jaccard se tomaron en cuenta las 43 especies registradas obteniendo como resultado 34 especies para el BP y 31 especies para el BPP, con 22 especies presentes en ambos sistemas dando una similitud florística de 51.16 % y mostrando una diversidad de especies de 48.84% del total de especies.

De acuerdo con el valor calculado de la prueba de t ( $t=3,210$ ,  $gl=6265$ ) (tabla 3) comparados con los valores de t tabulada de 2,576 al 0.005 y  $gl \infty$ , los sistemas son diferentes ( $p<0.01$ ) en sus valores de diversidad de especies arbóreas. Esto apoya el valor obtenido por el índice de Jaccard, que mostró diferencias de hasta el 48.84% del total de especies entre sistemas.

**Tabla 3.** Tabla de los valores de equidad, H' de los diferentes sistemas, valor de T calculada y G.L.

Bosque Poco Perturbado	Individuos	343	Bosque Perturbado	Individuos	260
	E	0,819		E	0,705
	Var	0,002		Var	0,008
	H'	2,814		H'	2,486

T. Cal	3,21093	T. Tab 5%	1,645
G.L.	6265,021	T. Tab 0.005	2,576

Los valores del índice de diversidad (H') y equidad (E) mostrados en la tabla 3 fueron mayores por unidad de muestreo tabla 4 y en promedio para el Bosque Poco Perturbado, en comparación por los obtenidos por el Bosque Perturbado, esto indica una mayor riqueza de especies y una distribución más equitativa de las mismas en las unidades muestreadas del sistema de bosque poco perturbado.

**Tabla 4.** Tabla de los valores de equidad, H' de las unidades de muestreo.

UM1	Individuos	63	UM2	Individuos	60
	E	0,843		E	0,487
	Var	0,008		Var	0,016
	H'	2,224		H'	1,993
UM3	Individuos	107	UM4	Individuos	49
	E	0,740		E	0,738
	Var	0,010		Var	0,035
	H'	2,004		H'	2,172
UM5	Individuos	53	UM6	Individuos	42
	E	0,782		E	0,888
	Var	0,014		Var	0,008
	H'	1,876		H'	2,278
UM7	Individuos	58	UM8	Individuos	49
	E	0,621		E	0,744
	Var	0,029		Var	0,021
	H'	1,488		H'	1,783
UM9	Individuos	32	UM10	Individuos	44
	E	0,889		E	0,719
	Var	0,010		Var	0,026
	H'	2,046		H'	1,580
UM11	Individuos	46			
	E	0,852			
	Var	0,010			
	H'	1,872			

## 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1. Conclusiones

1. El bosque seco de acuerdo a los resultados obtenidos de IVI, IVF, Shannon y Jaccard se encuentra en un estado medio de conservación.
2. La cobertura vegetal evaluada en este estudio del bosque perturbado y poco perturbado pertenece a un bosque de tipo secundario.
3. La regeneración de este bosque en los estrato medio (250 individuos) y bajo (19 individuos), es baja en comparación a el estudio realizado en el

Puyo, registrando 374 individuos en el estrato bajo y 599 en el estrato.

4. Las especies con mayor valor de IVI e IVF son *Guazuma ulmifolia* y *Pithecellobium pausipinnata* en los estratos alto y medio respectivamente.
5. La estructura en las unidades de muestreo de bosque poco perturbado resulto más homogénea en su altura, distribución y número de individuos en comparación al bosque perturbado.
6. Los índices de diversidad muestran valores relativamente altos en riqueza y equidad para ambos sistemas, aunque hay una diferencia significativa entre el bosque poco perturbado (0.002) y bosque perturbado (0.008).

### 5.2. Recomendaciones

1. Realizar un vivero con las especies con mayor IVI e IVF y las especies endémicas encontradas en la zona de estudio para proveer de plántulas de buen estado para ser sembradas en el bosque.
2. Elaborar un proyecto de reforestación con especies endémicas del bosque para ayudar a la regeneración de especies.
3. Hacer un programa integral de manejo para el cuidado de las especies con valor forestal y en peligro de extinción, para conservar la base genética.

### Referencias bibliográficas

- [1] BORSODORF A, DAVILA C, HOFFERT H, TINOCO RANGEL C. *Espacios naturales de Latinoamérica Desde la Tierra del Fuego hasta el Caribe* Cap. 5.4.4 Institut für Geographie der Universität Innsbruck.
- [2] CALVO SENDÍN F.J, LOPEZ BERMÚDEZ F. *Biodiversidad contribución a su conocimiento y conservación en la región de Murcia*, Instituto del agua y medio ambiente. Murcia-España.
- [3] CAÑADAS LUIS (1983). *El mapa bioclimático y ecológico del Ecuador, Quito-Ecuador*.
- [4] FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (1970). *Estudio de pre inversión para el desarrollo forestal de la Guyana Venezolana*. Tomo III. Las maderas del área del proyecto. FAO Report FAO/SF: 82 VEN 5. Rome.

- [5] FRANCIS, J. K. (1991). *Ficha técnica de Guazuma ulmifolia* Lam. Guácima. SO-ITF-SM-47. New Orleans, de <http://www.fs.fed.us/global/iitf/Guazumaulmifolia.pdf>
- [6] HERRERA E. (2009). TESIS *Estructura de la vegetación, diversidad y regeneración natural de árboles en la Cuenca Baja del Río Pambay, Puyo, Provincia de Pastaza*. Ecuador.
- [7] INTERNET: Diccionario del medio ambiente <http://www.dominicanaonline.org/DiccionarioMedioAmbiente/es/definicionVer.asp?id=356>
- [8] INTERNET Bosque Petrificado Puyango 2010, Datos Generales (En línea) disponible en <http://www.bosquepuyango.ec/es/especie-flora.php>
- [9] INTERNET: *Sector bosque tropical seco* (1999) <http://www.acguanacaste.ac.cr/1999/educacion/sectorbs.html>.
- [10] LOUMAN B, QUIROZ D, NILSSON M (2001). *Silvicultura de bosques latifoliados húmedos con énfasis a América Central* CATIE.
- [11] MANZANERO CANO M. (2003). *Estructuras del bosque*. Estación Biológica Las Guacamayas.
- [12] PETIT ALDANA J, *Clasificación, estructura y composición de los bosques* de <http://webdelprofesor.ula.ve/forestal/jcpetita/materias/silvicultura/TEMA2.pdf>
- [13] RIVAS F, ALARCON A, ESPINOSA C, CARRILLO F, VILLAMARIN D (2005). *Formaciones vegetales en el Ecuador*, Escuela Politécnica del Ejército, Facultad de Ciencias Aplicadas, Escuela de Ingeniería en Biotecnología Sangolquí - Pichincha – Ecuador.
- [14] SANTIANA, J. & PITMAN (2004). Lista roja de especies amenazadas de la IUCN International Union for Conservation of Nature and Natural Resources, *Talisia setigera*. 2004 de <http://www.iucnredlist.org/apps/redlist/details/46126/0>.
- [15] VALVERDE BADILLO FLOR DE MARIA 1998 *Plantas útiles del Litoral Ecuatoriano*. Quito-Ecuador.
- [16] VALDEZ HERNÁNDEZ JUAN IGNACIO. “Estructura fisionómica del bosque de mangles de la laguna de agua brava. Nayarit” (Tesis, Universidad autónoma Chapingo, Chapingo, México, 1991).
- [17] VALDEZ HERNÁNDEZ, CORELLA JUSTAVINO, CETINA ALCALA, GONZÁLEZ COSSÍO TRINIDAD SANTOS y AGUIRRE RIVERA. 2001. Estructura forestal de un bosque de mangle en el noroeste del estado de Tabasco, México. CIENCIA FORESTAL EN MÉXICO. Volumen 26, México DF. Pág.: 73 – 99.
- [18] VILLAVICENCIO – ENRÍQUEZ y VALDEZ-HERNÁNDEZ. 2003. Análisis de la estructura arbórea del sistema agroforestal rusticano de café en San Miguel, Veracruz, México. AGROCIENCIAS. Volumen 37 (4). Pág.: 413 – 423.

