

## Ecología y manejo silvícola para la rehabilitación del bosque pluvisilva de baja altitud sobre complejo metamórfico

## Ecology and silvicultural management for the rehabilitation in rain forests of low altitude on complex metamorphic

Gonzalo Cantos Cevallos<sup>1</sup>

José Sánchez Fonseca<sup>2</sup>

Eduardo González<sup>3</sup>

Pedro Álvarez<sup>3</sup>

Lázaro Telo<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Doctor en Ciencias Forestales, Docente Principal. Carrera de Ingeniería Forestal. Universidad Estatal del Sur de Manabí, Ecuador. Correo electrónico: gonzalo.cantos@unesum.edu.ec

<sup>2</sup>Doctor en Ciencias Forestales, Ingeniero Forestal. Universidad Guantánamo. Cuba. Correo electrónico: jotasanchezf@cug.co.cu

<sup>3</sup>Ingeniero Forestal, Doctor en Ciencias Forestales. Universidad de Pinar del Río «Hermanos Saíz Montes de Oca». Cuba. Correo electrónico: eduardo@upr.edu.cu

**Recibido:** 25 de octubre 2017.

**Aprobado:** 31 de enero 2018.

### RESUMEN

Con el objetivo de caracterizar la ecología y el manejo silvícola para la rehabilitación del bosque pluvisilva de baja altitud sobre complejo metamórfico, sector Quibiján-Naranjal del Toa, se realizó un inventario florístico y se establecieron 36 parcelas de muestreo de 20 x 25 m., en el bosque, en ambos lados de la ribera del río Toa. Se midieron las especies arbóreas con diámetros ( $d_{1,3}$ ) e» a 5 cm. Se identificaron y evaluaron un total de 1507 individuos representados en 52 especies, pertenecientes a 49 géneros y 24 familias. Los bosques de ambos lados de la ribera del río fueron comparados estadísticamente en cuanto a su riqueza, composición, estructura, diversidad y abundancia y se comprobó una alta diversidad alfa y beta. Se determinaron las especies con mayor

índice de valor de importancia ecológica. Las familias *Fabaceae*, *Moraceae*, *Lauraceae* y *Meliaceae* son las de mayor representatividad en cuanto a las especies y géneros. Las especies más importantes son: *Hibiscus elatus*, *Calophyllum utile*, *Carapa guianensis*, *Buhenavia capitata*, y *Guarea guara*, entre otras, las cuales se destacan como las más abundantes. La ocupación económica dio adecuada en pocas parcelas e incompleta en la mayoría de las unidades de muestreo. Se proponen acciones silvícolas tendientes a una gestión forestal sostenible a través de la aplicación de cortas de mejora y el método de enriquecimiento en grupos densos espaciados para la rehabilitación y el logro del bosque multietáneo esperado.

**Palabras clave:** bosque multietáneo; composición; diversidad; estructura; inventario florístico; riqueza.

## ABSTRACT

In order to characterize ecology and silvicultural management for the rehabilitation of the low altitude rain forest on a metamorphic complex, Quibiján-Naranjal del Toa sector, a floristic inventory was carried out, 36 sample plots of 20 x 25 m in the forest in both sides of Toa's riverside. Tree species with  $d_{1,3} \geq 5$  cm were measured, a total of 1507 individuals represented in 52 species belonging to 49 genera and 24 families were identified and evaluated. Both forests were statistically compared in terms of richness, composition, structure, diversity and abundance, with a high alpha and beta diversity. The species with the highest value index of ecological importance were

determined. The families *Fabaceae*, *Moraceae*, *Lauraceae* and *Meliaceae* are the most representative in terms of species and genera. The most important species are *Hibiscus elatus*, *Calophyllum utile*, *Carapa guianensis*, *Buhenavia capitata*, y *Guarea guara*, among others, which stand out as the most abundant. Economic occupation was adequate in a few plots and incomplete in most of the sampling units. Taking into account the results obtained, we propose silvicultural actions aimed at sustainable forest management through the application of improvement shorts and the method of enrichment in dense spaced-groups for the rehabilitation and the achievement of the expected multiethane forest.

**Keywords:** multiethnic forest; composition; diversity; structure; Floristic inventory; wealth.

## INTRODUCCIÓN

El bosque pluvisilva de baja altitud sobre complejo metamórfico del sector Quibiján-Naranjal del Toa está localizado en el patrimonio de la Empresa Forestal Integral Baracoa (EFIB), a pesar de la explotación desordenada que ha soportado. Según el criterio de Álvarez y Varona (2006), desde el punto de vista silvícola, aún hay mucho que hacer para mejorar la producción primaria, neta maderable, de estos rodales.

En la silvicultura tropical, es fundamental el método de inventario que se hace, especie por especie, para conocer exactamente la composición específica y la estructura dasométrica de cada comunidad forestal muestreada. Lamprecht, (1990). Con esta información, es posible aplicar la denominada regla de Schulz Álvarez, (2000). Esta regla sirve de guía para la transformación del bosque mixto irregular en rodal multietáneo normal. Lamprecht, (1990). Este autor recomienda cortas de mejora para el rodal de ocupación completa, enriquecimiento moderado para rodales con ocupación adecuada y enriquecimientos intensivos para ocupación incompleta. Estas intervenciones que se realizan a los bosques, a través de cortas de mejora, conducen al mejoramiento de la estructura, composición florística, el funcionamiento y calidad del arbolado. Sánchez, (2015).

La silvicultura de los bosques tropicales es compleja, porque, por regla general, la producción total de biomasa es alta, pero el volumen de las especies económicas es relativamente bajo, Álvarez y Varona, (2006); Álvarez, (2014). Estos autores señalan que en estos bosques predomina una vegetación de maleza en el sotobosque, que impide la regeneración natural y hay bajo nivel de conocimiento acerca de la biología de estos bosques.

El trabajo tiene el objetivo de caracterizar la ecología y el manejo silvícola para la rehabilitación del bosque pluvisilva de baja altitud sobre complejo metamórfico en el sector Quibiján-Naranjal del Toa; de manera que nos permita proponer acciones silvícolas tendientes a una gestión forestal sostenible a través de la aplicación de cortas de mejora y el método de enriquecimiento en grupos densos espaciados para la rehabilitación y el logro del bosque multietáneo esperado. Este método de los grupos densos espaciados fue propuesto por Anderson en 1953 y, posteriormente, sus conceptos básicos han sido empleados más recientemente por otros autores como Holl (2012), Holl *et al.*, (2011), Holl *et al.*, (2013) y Zahawi *et al.*, (2013).

## MATERIALES Y MÉTODOS

El área de estudio se encuentra ubicada en la parte baja de la cuenca hidrográfica del río Toa, en un bosque con categoría protector de agua y suelos. La divisoria de sus aguas se ubica en el macizo montañoso Nipe-Sagua-Baracoa, al norte de la provincia de Guantánamo y al noroeste del Parque Nacional Alejandro de Humboldt Sánchez, (2015).

El trabajo se realizó en 60 ha. de bosque pluvisilva, de baja altitud sobre complejo metamórfico, perteneciente al sector Quibiján-Naranjal del Toa, provincia Guantánamo, entre enero de 2009 a mayo de 2014 (Figura 1).

### Clima

El clima se clasifica como tropical lluvioso típico, de acuerdo con los datos de la estación de Quibiján en el período comprendido desde el año 2000 al 2014.

### Tipo de suelos

De acuerdo con la nueva versión de la clasificación genética de los suelos de Cuba, de Hernández y Ascanio (2006), los suelos predominantes son: Ferralíticos Rojo Lixiviados o Ferralíticos Amarillentos Lixiviados, muy pobres y ácidos, profundos, fuertemente erosionados y de mediana humificación. Se caracterizan por presentar una textura loma arcillosa y una estructura granular.



Fig. 1. Área de investigación

### Inventario florístico

Para la ubicación de las unidades de muestreo, se midieron 170 m., a partir del nivel de las aguas normales del río hasta el bosque objeto de estudio, se muestrearon 36 parcelas de 20 x 25 m. en el bosque de ambas márgenes del río, situadas a una distancia estimada entre parcelas de 400 m., 18 para cada vegetación, localizadas al margen derecho e izquierdo y se empleó un diseño sistemático estratificado.

Se registraron los individuos con más de 2 m. de altura y mayores o iguales a 5 cm. de  $d_{1,3}$  m. de acuerdo con los criterios de muestreo, utilizados por Dutra (2011); Jiménez (2012) y Aguirre (2013).

La validación del muestreo se realizó a través de la curva de riqueza de área/especies (curva del colector). Para los individuos no identificados en el campo, se tomó muestra botánica para su posterior identificación. Asimismo, los nombres comunes fueron proporcionados por los

guías locales y consultados en la Flora de Cuba (Colectivo de autores, 2016).

La diversidad (alfa) de especies forestales por tipo de cobertura vegetal fue estimada

mediante la riqueza de especies y se recomienda utilizar el índice alfa de Fisher. Se tuvo en cuenta la escala de ocupación económica de los rodales con el empleo de la Regla de Schulz, modificada por Álvarez (2000) como se muestra a continuación:

Número total de especímenes económicos por hectárea	Ocupación del rodal
> 2 500	Completa
Entre 750 y 2 500	Adecuada
De 100 a 750	Incompleta
< 100	Sin ocupación (degradado)

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo con la curva área-especies y la de distancias (Figura 2), estas indican que el muestreo con 36 parcelas es representativo de la diversidad florística en el bosque y, de acuerdo con la tendencia de la curva de especies obtenida, no debe incrementarse significativamente el

número de especies con un muestreo mayor; por su parte, la curva de tendencia se allana antes de alcanzar el valor de cero para validar el muestreo.

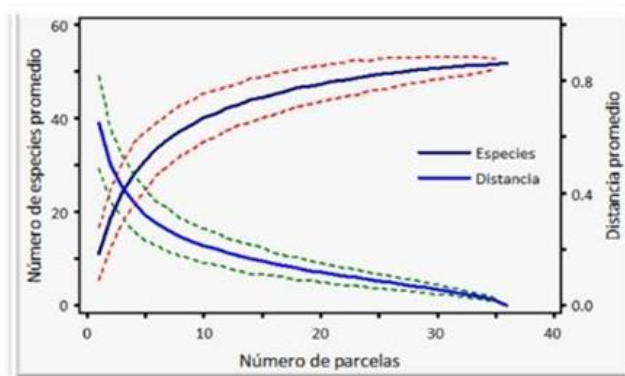


Fig. 2. Curva área/especies para el bosque pluvial de baja altitud sobre complejo metamórfico

En el inventario florístico realizado, se identificaron un total de 52 especies, 24 familias, 49 géneros y 1507 individuos, y se destacó la presencia de especies que se encuentran incluidas en la lista roja de la flora vascular cubana, González *et al.*, (2016) como: *Duranta arida* Britt., *Tabebuia dubia* Britt, *Chrysophyllum oliviforme* L. Es de notar que pocos géneros son los que contribuyen a la riqueza de especies. Un resultado semejante se reporta por Osorio (2013).

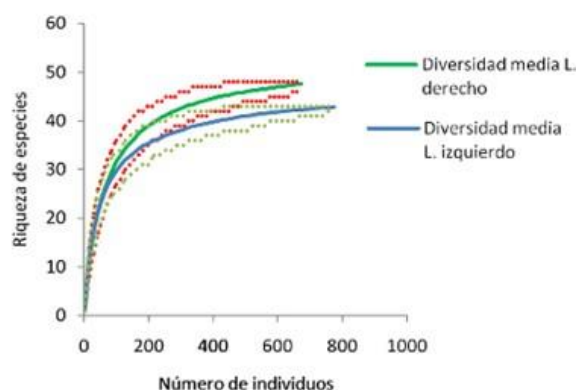
Las familias mejor representadas en relación con la riqueza de especies se muestran en la Figura 3, las cuales determinan la diversidad existente en el área de investigación.

Estas familias mejor representadas en relación con la cantidad de especies coinciden con Osorio (2013) como las más frecuentes en estos tipos de bosques. Garibaldi (2008) reconoce las familias *Fabaceae* y *Moraceae* como una de las más diversas y mejor representadas en la Reserva Forestal del Montuoso (Panamá). Así también, Cantos *et al.*, (2017) en su estudio de flora y fauna de la comuna «El Pital», área de influencia del Parque Nacional Machalilla Ecuador, la familia con más especies y género es la *Fabáceas*. En este bosque pluvial, la flora registrada reafirma las características florísticas descritas por Reyes (2012) en las clasificaciones de la vegetación de Cuba.

### Curvas de rarefacción para riqueza de especies

La riqueza estimada de especies mediante las curvas de rarefacción para los rodales localizados, cercanos en ambos márgenes del río, se muestra en la figura 4 (Figura 4).

De acuerdo con este resultado, se comprobó que estos no difieren significativamente en cuanto a riqueza de especies, pues en ambos casos los intervalos de confianza al 95 % se solapan.



**Fig. 4.** Curvas de rarefacción de riqueza de especies para el bosque cercano al margen derecho e izquierdo del río, basadas en la abundancia de especies. Líneas discontinuas representan los intervalos de confianza (IC) al 95 %.

Estas características son similares con estudios realizados en un bosque tropical premontano del Parque Nacional Machalilla en Ecuador, según Cantos (2014).

De acuerdo con los resultados de la aplicación de la regla de Schulz (Tabla 1), en el área de investigación, se infiere que las parcelas uno, dos y tres presentan ocupación adecuada, mientras que desde la cuatro hasta la 36 están categorizadas como incompleta.

**Tabla 1.** Resumen dasométrico general de las parcelas del área de investigación con el análisis de la ocupación al aplicar la Regla de Schulz

Parcelas	Especies	n	d (cm)	h (m)	G (m <sup>2</sup> /ha)	V (m <sup>3</sup> /ha)	(árboles/ha)	RN (plántulas)	N (ind/ha)	Ocupación de la parcela
1	<i>Hibiscus elatus</i> Sw.	10	39,6	19,7	25,6	208,9	200	162	362	Adecuada
	<i>Andira inermis</i> (W. Wright).	5	33	17,6	9,8	72,6	100	241	341	
	<i>Calophyllum utile</i> Bisse.	7	29,7	16,29	12,5	86,8	140	245	385	
	Total de individuos de las especies de valor económico de la parcela									
2	<i>Guarea guara</i> (Jacq.) P	8	49,3	7,3	25,9	104,3	160	9	169	Adecuada
	<i>Calophyllum utile</i> Bisse.	6	44	12,5	12,9	72	120	3	123	
	<i>Andira inermis</i> (W. Wright).	7	14,8	9,75	1,4	7,1	140	22	162	
	<i>Nectandra membranacea</i> Griseb.	18	12	8	0,5	1,9	360	0	360	
Total de individuos de las especies de valor económico de la parcela									814	
3	<i>Calophyllum utile</i> Bisse.	9	36	10,9	14,6	79,1	180	200	380	Adecuada
	<i>Clusia rosea</i> L.	21	10	5	0,2	0,5	420	164	584	
	<i>Andira inermis</i> (W. Wright).	13	45,5	10	8,4	42,5	260	235	495	
Total de individuos de las especies de valor económico de la parcela										
4	<i>Cedrela odorata</i> L.	5	55,6	20,6	27,7	235,4	100	24	124	Incompleta
	<i>Guarea guara</i> (Jacq.) P	3	47	13	11,7	67,1	60	0	60	
	<i>Hibiscus elatus</i> Sw.	8	29,5	15,5	11,9	79,6	160	13	173	
	<i>Carapa guianensis</i> Aubl.	5	43,2	21,6	15,1	134,1	100	29	129	
Total de individuos de las especies de valor económico de la parcela									489	
5	<i>Calophyllum utile</i> Bisse.	5	34,6	11	11,17	63,7	100	84	184	Incompleta

	<i>Tabebuia dubia</i> Britt.	2	16	11	0,8	4,5	40	0	40	
	<i>Hibiscus elatus</i> Sw	3	27	15	3,5	23	60	29	89	
	Total de individuos de las especies de valor económico de la parcela								313	
6	<i>Calophyllum utile</i> Bisse.	26	21,5	14	20,3	123,7	520	91	611	Incompleta
	Total de individuos de las especies de valor económico de la parcela								611	
7	<i>Pseudocopyva bymenifolia</i>	2	52	13,5	13	77,4	40	0	40	Incompleta
	<i>Hibiscus elatus</i> Sw.	6	20,7	13	4,3	24,8	120	6	126	
	<i>Guarea guara</i> (Jacq.) P.	3	25,3	8,7	4,5	20,3	60	19	79	
	<i>Clusia rosea</i> L.	1	29	15	1,3	8,6	20	0	20	
	<i>Carapa guianensis</i> Aubl.	1	90	12	12,7	74,4	20	0	20	
	<i>Andira inermis</i> (W. Wright).	2	14,5	10,5	0,7	3,5	40	2	42	
	<i>Nectandra membranacea</i>	1	50	6	3,9	13,8	20	0	20	
	Total de individuos de las especies de valor económico de la parcela								347	
8	<i>Clusia rosea</i> L.	1	33	24	1,7	16,6	20	0	20	Incompleta
	<i>Hibiscus elatus</i> Sw.	3	22	13,3	2,3	13,5	60	0	60	
	<i>Andira inermis</i> (W. Wright).	2	24,5	15,5	1,9	12,6	40	83	123	
	<i>Calophyllum utile</i> Bisse.	1	21	14	0,7	4,2	20	0	20	
	Total de individuos de las especies de valor económico de la parcela								223	
9	<i>Hibiscus elatus</i> Sw.	23	23,43	15,43	29,5	196,1	460	39	499	Incompleta
	<i>Carapa guianensis</i> Aubl.	6	7,33	20	35,8	296,7	120	3	123	
	<i>Andira inermis</i> (W. Wright).	1	8	7	10	39,2	20	0	20	
	<i>Guarea guara</i> (Jacq.) P	1	12	9	0,2	1,1	20	2	22	
	<i>Calophyllum utile</i> Bisse.	2	16	11,5	0,8	4,6	40	0	40	
	Total de individuos de las especies de valor económico de la parcela								704	
10	<i>Hibiscus elatus</i> Sw.	3	26	14,33	2,4	21,1	60	8	68	Incompleta
	<i>Andira inermis</i> (W. Wright).	8	19	14,75	4,7	30	160	13	173	
	<i>Clusia rosea</i> L.	1	30	16	1,4	9,7	20	0	20	
	<i>Carapa guianensis</i> Aubl.	2	12	11,5	10,4	59,1	40	0	40	
	Total de individuos de las especies de valor económico de la parcela								301	
11	<i>Calophyllum utile</i> Bisse.	7	25	12,83	12,3	70,3	140	3	143	Incompleta
	<i>Hibiscus elatus</i> Sw.	1	11	15	0,2	1,2	20	13	33	
	<i>Andira inermis</i> (W. Wright).	2	13,5	12,5	0,6	3,4	40	61	101	
	<i>Pseudocopyva hymenifolia</i> Moric.	1	15	13	0,4	2	20	0	20	
	Total de individuos de las especies de valor económico de la parcela								297	
12	<i>Hibiscus elatus</i> Sw.	11	35,4	13,9	32,2	196,2	220	31	251	Incompleta
	<i>Carapa guianensis</i> Aubl.	4	41,5	21,8	12	106,7	80	6	86	
	Total de individuos de las especies de valor económico de la parcela								337	
13	<i>Buchenavia capitata</i> Valh.	8	33	15,43	14,8	71	160	11	171	Incompleta
	<i>Dipholis jubilla</i> Urb.	3	21	13,3	2,3	13,6	60	0	60	
	<i>Clusia rosea</i> L	4	22	14,75	3,1	19,6	80	0	80	
	<i>Tabebuia dubia</i> Britt-	2	19	14,5	1,2	7,3	40	0	40	
	<i>Calophyllum utile</i> Bisse.	3	36	12	10,7	62,7	60	53	113	
	<i>Nectandra membranacea</i> Griseb.	2	13,5	9	0,6	2,8	40	0	40	
	<i>Andira inermis</i> (W. Wright).	1	13	10	0,3	1,3	20	0	20	
	Total de individuos de las especies de valor económico de la parcela								524	
14	<i>Buchenavia capitata</i> Valh.	9	21	12,75	7,2	41	180	38	218	Incompleta
	<i>Clusia rosea</i> L	7	16	11,86	3,1	17,8	140	0	140	
	<i>Calophyllum utile</i> Bisse.	5	32	13,2	14,7	58,9	100	52	152	
	<i>Andira inermis</i> (W. Wright).	3	17	12,67	1,4	8	60	0	60	
	Total de individuos de las especies de valor económico de la parcela								570	
15	<i>Cinnamomum parviflorum</i> Kosterm.	6	22	14,83	4,8	30,7	120	7	127	Incompleta
	<i>Tabebuia dubia</i> Britt.	1	17	10	0,5	2,3	20	0	20	

	<i>Hibiscus elatus</i> Sw.	1	24	15	0,9	5,9	20	0	20	
	<i>Carapa guianensis</i> Aubl.	4	36,3	16	8,3	57,1	80	10	90	
	Total de individuos de las especies de valor económico de la parcela								257	
16	<i>Dipholis jubilla</i> Urb.	3	15	9,33	1,1	5,1	60	0	60	Incompleta
	<i>Pseudocapayva hymenifolia</i> Moric.	3	26,7	13,33	3,6	21,1	60	12	72	
	<i>Buchenavia capitata</i> Valh.	2	50,5	14	12,9	79	40	0	40	
	<i>Cedrela odorata</i> L.	1	22	14	0,8	4,7	20	7	27	
	Total de individuos de las especies de valor económico de la parcela								199	
17	<i>Guarea guara</i> (Jacq.) P	8	15,8	10,63	3,4	17,8	160	9	169	Incompleta
	<i>Hibiscus elatus</i> Sw.	3	25	14,33	3	18,9	60	54	114	
	Total de individuos de las especies de valor económico de la parcela								283	
18	<i>Hibiscus elatus</i> Sw.	8	22,8	14,1	6,7	41,4	160	9	169	Incompleta
	<i>Tabebuia dubia</i> Britt.	3	15	9	1,1	5,1	60	0	60	
	<i>Carapa guianensis</i> Aubl.	6	35,2	16	12,1	82,9	120	16	136	
	<i>Guarea guara</i> (Jacq.) P	9	21,2	11,7	6,5	37	180	78	258	
	<i>Cedrela odorata</i> L.	4	15	9,5	1,5	7,2	80	0	80	
	Total de individuos de las especies de valor económico de la parcela								703	
19	<i>Buchenavia capitata</i> Valh.	4	68,75	20,25	33,4	279,5	80	31	111	Incompleta
	<i>Tabebuia dubia</i> Britt.	3	41,33	17,33	8,2	60,1	60	26	86	
	<i>Calophyllum utile</i> Bisse.	3	42,67	17,33	8,6	62,8	60	44	104	
	<i>Hibiscus elatus</i> Sw.	3	27,33	14,67	3,6	23,2	60	14	74	
	<i>Clusia rosea</i> L.	3	24	13	2,8	16,3	60	0	60	
	Total de individuos de las especies de valor económico de la parcela								435	
20	<i>Guarea guara</i> (Jacq.) P	8	25	7,88	12,3	52,4	160	54	214	Incompleta
	<i>Calophyllum utile</i> Bisse.	1	60	6	5,7	19,8	20	18	48	
	<i>Andira inermis</i> (W. right).	1	15	11	0,4	1,9	20	0	20	
	<i>Cinnamomum parviflorum</i> Kosterm.	1	50	7	3,9	15,3	20	0	20	
	<i>Nectandra membranacea</i> Griseb.	2	14,5	7,5	0,7	2,7	40	11	51	
	<i>Cedrela odorata</i> L.	1	12	16	0,2	1,1	20	0	20	
	Total de individuos de las especies de valor económico de la parcela								373	
21	<i>Cinnamomum parviflorum</i> Kosterm.	5	40	16	13,5	92,2	100	0	100	Incompleta
	<i>Guarea guara</i> (Jacq.) P	2	44	7,5	6,2	25,4	40	60	100	
	<i>Cedrela odorata</i> L.	2	38,5	17,5	4,7	34,4	40	0	40	
	<i>Andira inermis</i> (W. right).	1	23	17,5	0,8	6,1	20	0	20	
	Total de individuos de las especies de valor económico de la parcela								260	
22	<i>Guarea guara</i> (Jacq.) P	18	30,4	16,1	30,3	208,8	360	130	490	Incompleta
	<i>Calophyllum utile</i> Bisse.	1	46	21	3,3	28,7	20	124	144	
	Total de individuos de las especies de valor económico de la parcela								634	
23	<i>Guarea guara</i> (Jacq.) P	9	20,6	11,3	6,4	35,9	180	174	354	Incompleta
	<i>Calophyllum utile</i> Bisse.	5	26,4	13	5,6	32	100	34	134	
	<i>Hibiscus elatus</i> Sw.	5	16,8	13,2	2,3	13,3	100	12	112	
	<i>Cedrela odorata</i> L.	4	15,8	10,8	1,6	8,5	80	18	98	
	Total de individuos de las especies de valor económico de la parcela								698	
24	<i>Hibiscus elatus</i> Sw.	14	32,9	15,1	25,6	166,6	280	27	307	Incompleta
	<i>Calophyllum utile</i> Bisse.	2	31	12	3	17,7	40	29	69	
	<i>Carapa guianensis</i> Aubl.	1	40	18	2,5	19	20	0	20	
	<i>Guarea guara</i> (Jacq.) P	2	12	10,5	0,5	2,4	40	0	40	
	<i>Cedrela odorata</i> L.	2	36,5	12	4,2	24,5	40	0	40	
	Total de individuos de las especies de valor económico de la parcela								476	
25	<i>Calophyllum utile</i> Bisse.	3	42,4	10	19	96,3	60	24	84	Incompleta
	<i>Guarea guara</i> (Jacq.) P	8	28,6	16,3	11,5	69,5	160	86	246	
	<i>Hibiscus elatus</i> Sw.	3	37,7	18	6,8	51,3	60	0	60	

	<i>Cedrela odorata</i> L.	4	28	13,3	5,1	30,1	80	0	80	
	Total de individuos de las especies de valor económico de la parcela								470	
26	<i>Hibiscus elatus</i> Sw.	14	27,9	15,4	17,8	118,3	280	47	327	Incompleta
	<i>Guarea guara</i> (Jacq.) P	5	45,6	17,2	16,7	121,6	100	0	100	
	Total de individuos de las especies de valor económico de la parcela								427	
27	<i>Buchenavia capitata</i> Valh.	2	22	15,5	1,5	10,1	40	0	40	Incompleta
	<i>Cedrela odorata</i> L.	5	22,6	13	5,8	33,1	100	7	107	
	<i>Guarea guara</i> (Jacq.) P	6	20,5	8,5	4,2	18,7	120	84	204	
	<i>Hibiscus elatus</i> Sw.	4	36	12,3	10,6	58,1	80	13	93	
	Total de individuos de las especies de valor económico de la parcela								440	
28	<i>Carapa guianensis</i> Aubl.	3	31,3	18,3	5,3	40,3	60	2	62	Incompleta
	<i>Calophyllum utile</i> Bisse.	8	24,3	13,1	8,4	48,9	180	14	174	
	<i>Clusia rosea</i> L.	6	20,3	12,8	4,5	25,6	120	9	129	
	<i>Guarea guara</i> (Jacq.) P	3	26	14,6	33,8	210,6	60	76	136	
	<i>Buchenavia capitata</i> Valh.	1	32	16	1,6	11	20	13	33	
	Total de individuos de las especies de valor económico de la parcela								534	
29	<i>Carapa guianensis</i> Aubl.	3	25	13,7	3	18,1	60	0	60	Incompleta
	<i>Buchenavia capitata</i> Valh.	1	24	17	9	6,5	20	5	25	
	<i>Calophyllum utile</i> Bisse.	4	27	10,3	4,8	24,8	80	8	88	
	<i>Hibiscus elatus</i> Sw.	5	26,2	14,2	5,6	34,9	100	9	109	
	<i>Andira inermis</i> (W. Wright).	3	19	12	1,8	10,3	60	0	60	
	<i>Dipholis jubilla</i> Urb.	2	19	12,5	1,8	9,9	40	3	43	
	Total de individuos de las especies de valor económico de la parcela								385	
30	<i>Swietenia macrophylla</i> King.	3	14	9	0,9	4,4	60	8	68	Incompleta
	<i>Andira inermis</i> (W. Wright).	4	25	12,5	4,1	22,7	80	4	84	
	<i>Pseudocopyva hymenifolia</i> Moric.	3	28	14	3,8	23,3	60	7	67	
	<i>Nectandra membranacea</i> Griseb.	1	13	9	0,3	1,2	20	0	20	
	<i>Hibiscus elatus</i> Sw.	3	28	11,7	3,9	22,5	60	7	67	
	<i>Cedrela odorata</i> L.	4	30,8	15	6,4	41,7	80	7	87	
	<i>Carapa guianensis</i> Aubl.	5	33,8	15	9,9	64,2	100	6	106	
	Total de individuos de las especies de valor económico de la parcela								499	
31	<i>Calophyllum utile</i> Bisse.	8	21,9	15,1	6,1	39,9	160	5	165	Incompleta
	<i>Cinnamomum parviflorum</i> Kosterm.	1	35	14	1,9	11,8	20	2	22	
	<i>Nectandra membranacea</i> Griseb.	1	18	11	0,5	2,8	20	0	20	
	<i>Carapa guianensis</i> Aubl.	2	43	20	5,9	49	40	3	43	
	Total de individuos de las especies de valor económico de la parcela								250	
32	<i>Cinnamomum parviflorum</i> Kosterm.	2	25,5	15	2,1	13,5	40	0	40	Incompleta
	<i>Cedrela odorata</i> L.	2	21,3	13	2,1	12,4	40	0	40	
	<i>Swietenia macrophylla</i> King.	2	19	12,5	1,2	6,5	40	10	50	
	<i>Hibiscus elatus</i> Sw.	4	17	12,3	2	10,8	80	17	97	
	<i>Dipholis jubilla</i> Urb.	5	23,8	14,6	4,5	28,6	100	0	100	
	<i>Calophyllum utile</i> Bisse.	9	24,7	15	9	58,3	180	12	192	
	Total de individuos de las especies de valor económico de la parcela								519	
33	<i>Guarea guara</i> (Jacq.) P	6	32,3	11,7	16,4	93,6	120	38	158	Incompleta
	<i>Hibiscus elatus</i> Sw.	1	27	13,8	7,1	43,1	20	0	20	
	<i>Cinnamomum parviflorum</i> Kosterm.	5	22	15	0,8	4,9	100	0	100	
	<i>Cedrela odorata</i> L.	5	18,8	11,2	3	16,4	100	9	109	
	<i>Dipholis jubilla</i> Urb.	4	18,3	12	2,1	12,5	80	2	82	
	<i>Swietenia macrophylla</i> King.	3	25,3	14,7	3	19,3	60	7	67	
	Total de individuos de las especies de valor económico de la parcela								536	
34	<i>Buchenavia capitata</i> Valh.	4	36,8	16,5	9,3	65,5	80	10	90	Incompleta
	<i>Calophyllum utile</i> Bisse	7	23,4	13	6,6	39,6	140	19	159	



	<i>Hibiscus elatus</i> Sw.	6	19,5	13,3	4	23,8	120	20	140	
	<i>Nectandra membranacea</i> Griseb.	1	24	11	0,9	4,9	20	2	22	
	Total de individuos de las especies de valor económico de la parcela								411	
35	<i>Dipholis jubilla</i> Urb.	2	26,5	13	2,2	12,8	40	0	40	Incompleta
	<i>Clusia rosea</i> L.	3	25,7	15	3,2	20,6	60	3	63	
	<i>Nectandra membranacea</i> Griseb.	2	11,5	10	0,4	2,1	40	0	40	
	Total de individuos de las especies de valor económico de la parcela								143	
36	<i>Clusia rosea</i> L.	3	24,3	12,7	2,8	16	60	0	60	Incompleta
	<i>Calophyllum utile</i> Bisse.	5	20	12,6	3,3	18,4	100	3	103	
	<i>Cedrela odorata</i> L.	1	19	11	0,6	3,1	20	0	20	
	<i>Buchenavia capitata</i> Valh.	3	23,3	13,7	2,6	15,7	60	0	60	
	<i>Guarea guara</i> (Jacq.) P	6	26,8	12,2	7	38	120	22	142	
	Total de individuos de las especies de valor económico de la parcela								385	

Según Álvarez (2000), para este procedimiento, es necesario partir de un criterio preestablecido: las especies de valor económico en el tipo de bosque que se está diagnosticando. Además, se tienen en cuenta los sitios más antropizados, los resultados de la estructura y composición florística, según Sánchez (2015).

Por ejemplo, en la tabla 1, parcela nueve, donde se observan las especies de valor económico y el grado de ocupación que presenta esta unidad de muestreo, teniendo en cuenta los objetivos económicos de la Empresa Forestal Integral Baracoa (EFIB). Además, debe aclararse que estas especies citadas son reconocidas por la empresa con valor comercial.

De acuerdo con estos resultados, se propone la aplicación de cortas de mejora, con el método de enriquecimiento en grupos densos espaciados y un conjunto de técnicas silvícolas, según la ocupación estimada por cada parcela, con la finalidad de lograr el bosque multietáneo esperado. En otras parcelas con ocupación incompleta, se pueden elegir otras especies valiosas escasas y en peligro de extinción en el ecosistema. Para la rehabilitación del *hábitat* natural, se propone en este bosque, objeto de estudio, plantaciones con especies nativas, teniendo en cuenta la reforestación pasiva (utilizando la regeneración natural), como se verá más adelante.

La aplicación de los grupos densos espaciados o la nucleación es una estrategia para facilitar la rehabilitación del bosque tropical Sánchez (2015), como señalan también Holl (2012), Holl *et al.*, (2011), Holl *et al.*, (2013) y Zahawi *et al.*, (2013).

Se trabajará en aquellos rodales (con ocupación incompleta) introduciendo grupos de especies de valor comercial y con mayor índice de valor de importancia ecológico (IVIE), como se explica a continuación.

En las parcelas uno, dos y tres, que presentan ocupación económica adecuada, se recomienda cortas de mejora con enriquecimiento localizado o inducir la regeneración natural (Tabla 1). En el resto de las parcelas desde la cuatro hasta la 36, clasificadas con ocupación económica incompleta, se indicarán cortas de mejora en unos casos, estimulando la regeneración natural y en otros no.

En las parcelas 4, 5, 9, 12, 13, 14, 18, 19, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 30, 31, 32, 33 y 34 con poblaciones entre 401 y 749 ind/ha., se realizarán cortas de mejora con enriquecimiento de las especies de menor ocupación como se aprecia para *Calophyllum utile* en la parcela 9 de la tabla 1 y se realizan desmalezamiento en el área para estimular su regeneración natural (Figura 5, señaladas con la letra B respectivamente).

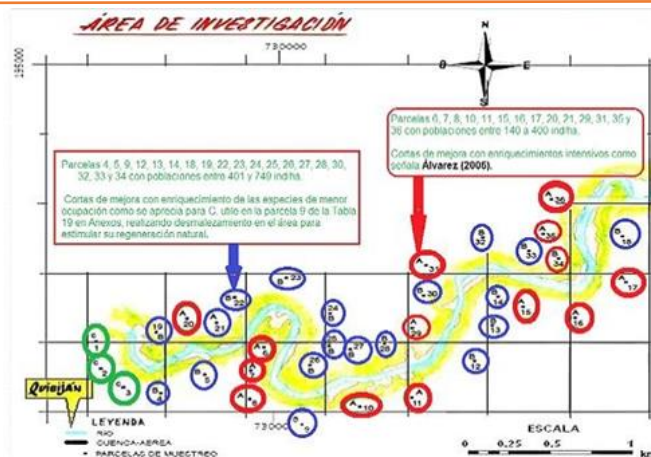


Fig.5. Representación y ubicación de las parcelas en el área de investigación de acuerdo con su ocupación, según la Regla de Schulz. A: Ocupación incompleta más pobre, B: Ocupación incompleta menos pobre y C: ocupación adecuada.

En las parcelas 6, 7, 8, 10, 11, 15, 16, 17, 20, 21, 29, 31, 35 y 36 con poblaciones entre 140 a 400 ind/ha., por ser estas más pobres, se realizarán cortas de mejora con enriquecimientos intensivos como señala Álvarez (2005) con la aplicación de los grupos densos espaciados, teniendo en cuenta aquellas especies con menor ocupación, las cuales serán reforzadas en el esquema de la plantación (Figura 5, señaladas con la letra A respectivamente).

Por ejemplo, en la parcela 11 de la tabla 1, se observa *Hibiscus elatus* Sw. que sería la especie reforzada, al ser la de valor económico con menor ocupación y, en este caso, se hará el relleno con otra especie

escasa en el sitio, como *Andira inermis* (W. Wright), como se muestra a continuación.

Se dejará en pie aquellas especies de valor comercial y ecológico con buen estado sanitario y otras, que por sus funciones protectoras y ecológicas no es recomendable su extracción, pues el objetivo es buscar, mantener la biodiversidad del bosque que se rehabilita.

La aplicación de los grupos densos espaciados o la nucleación es una estrategia para facilitar la rehabilitación del bosque tropical. La figura 6 ilustra el esquema que se propone para representar las plantaciones en grupos densos espaciados.

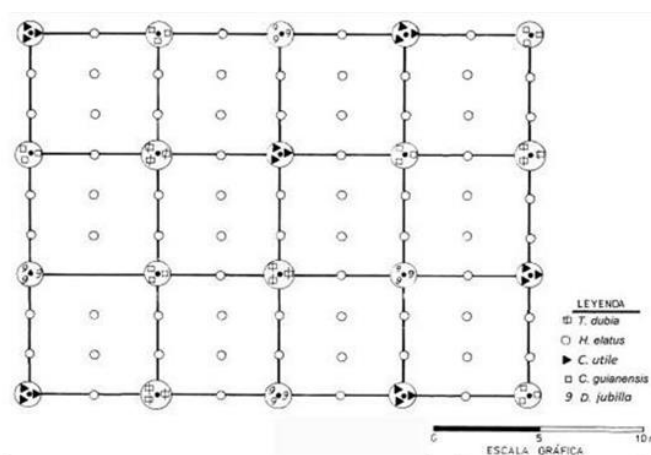


Fig. 6. Esquema que se propone para representar la plantación en grupos densos espaciados

Las familias con mayor representatividad en cuanto a las especies y géneros son: *Fabaceae*, *Moraceae*, *Lauraceae* y *Meliaceae* en el bosque pluvisilva de baja altitud sobre complejo metamórfico del sector Quibiján-Naranjal del Toa.

Se destacan como especies más importantes y abundantes en el bosque pluvisilva de baja altitud sobre complejo metamórfico del sector Quibiján-Naranjal del Toa *H. elatus*, *C. utile*, *C. guianensis*, *B. capitata*, y *G. guara*, entre otras.

La ocupación económica dio adecuada en pocas parcelas e incompleta en la mayoría de las unidades de muestreo. Teniendo en cuenta los resultados obtenidos, se proponen acciones silvícolas tendientes a una gestión forestal sostenible, a través de la aplicación de cortas de mejora y el método de enriquecimiento en grupos densos espaciados para la rehabilitación y el logro del bosque multietáneo esperado.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIRRE, Z., 2013. *Estructura del bosque seco de la provincia de Loja y sus productos forestales no maderables: Caso de estudio Macará* [en línea]. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Forestales. Pinar del Río: Universidad de Pinar del Río «Hermanos Saíz Montes de Oca». Disponible en: [rc.upr.edu.cu/bitstream/DICT/522/1/Aguirre\\_%202013.pdf](http://rc.upr.edu.cu/bitstream/DICT/522/1/Aguirre_%202013.pdf).
- ÁLVAREZ, P., 2000. *Introducción a la Silvicultura de Bosques tropicales*. La Habana, Cuba: Félix Varela.
- ÁLVAREZ, P., 2005. Valoración silvícola para el enriquecimiento de bosques naturales sobreexplotados. *Revista Forestal Baracoa*, vol. 24 (1), pp. 3-11.
- ÁLVAREZ, P., 2014. *Comunicación personal. Profesor de Silvicultura de la Universidad de Pinar del Río*. 2014. S.l.: Universidad de Pinar del Río «Hermanos Saiz Montes de Oca».
- ÁLVAREZ, P. y VARONA, J.C., 2006. *Silvicultura*. Tercera Edición. S.l.: Félix Varela.
- CANTOS CEVALLOS, C.G., 2014. *Caracterización estructural y propuesta de restauración del bosque nativo de la Comuna El Pital, zona de amortiguamiento del Parque Nacional Machalilla, Ecuador* [en línea]. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Forestales. Pinar del Río: Universidad de Pinar del Río «Hermanos Saíz Montes de Oca». Disponible en: [rc.upr.edu.cu/bitstream/DICT/2171/1/Cristina%20Garibaldi%20Escobar.pdf](http://rc.upr.edu.cu/bitstream/DICT/2171/1/Cristina%20Garibaldi%20Escobar.pdf).
- «Hermanos Saíz Montes de Oca». Disponible en: <http://repositorio.educacionsuperior.gob.ec/handle/28000/1691>.
- CANTOS CEVALLOS, G., SOTOLONGO SOSPEDRA, R., ROSETE BLANDARIZ, S., VÍCTORES PÉREZ, M. de J. y CANTOS VICTORES, A., 2017. Flora y vegetación arbórea característica de la comuna El Pital, Parque Nacional Machalilla, Ecuador. *Revista Cubana de Ciencias Forestales*, vol. 5(1), pp. 15-26.
- COLECTIVO DE AUTORES, 2016. *Material de estudio. Aspectos básicos de la seguridad y defensa nacional de Cuba*. 3ra ed. Habana, Cuba.: Pueblo y Educación.
- DANIEL, D.S., 2011. Composição e estrutura de uma floresta ribeirinha no sul do Brasil. *Biotemas*, vol. 24(4), pp. 49-58. DOI 10.5007/2175-7925.2011v24n4p49.
- GARIBALDI, C., 2008. *Efectos de la extracción y uso tradicional de tierra sobre la estructura y dinámica de bosques fragmentados en la península de Azuero, Panamá* [en línea]. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Forestales. Pinar del Río: Universidad de Pinar del Río «Hermanos Saíz Montes de Oca». Disponible en: [rc.upr.edu.cu/bitstream/DICT/2171/1/Cristina%20Garibaldi%20Escobar.pdf](http://rc.upr.edu.cu/bitstream/DICT/2171/1/Cristina%20Garibaldi%20Escobar.pdf).

- GONZÁLEZ-TORRES, L.R., PALMAROLA BEJERANO, A., GONZALEZ-OLIVA, L. y REGALADO, L., 2016. *Lista Roja de la Flora de Cuba - 2016*. S.l.: Bissea.
- HERNÁNDEZ, A. y ASCANIO, M., 2006. *Manual para la aplicación de la nueva versión de la clasificación genética de los suelos de Cuba*. La Habana, Cuba: Félix Varela.
- HOLL, K.D., 2012. Tropical forest restoration. *Van Andel J, Aronson J (Eds) Restoration ecology*. S.l.: Blackwell, Malden, pp. 103114.
- HOLL, K.D., STOUT, V.M., REID, J.L. y ZAHAWI, R.A., 2013. Testing heterogeneity-diversity relationships in tropical forest restoration. *Oecologia*, vol. 173(2), pp. 569-578. DOI 10.1007/s00442-013-2632-9.
- HOLL, K.D., ZAHAWI, R.A., COLE, R.J., OSTERTAG, R. y CORDELL, S., 2011. Planting seedlings in tree islands versus plantations as a large-scale tropical forest restoration strategy. *Restoration Ecology*, vol. 19, pp. 470479.
- JIMÉNEZ, A., 2012. *Contribución a la ecología del bosque semideciduo mesófilo en el sector oeste de la Reserva de la Biosfera «Sierra del Rosario», orientada a su conservación* [en línea]. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Forestales. Pinar del Río: Universidad de Pinar del Río «Hermanos Saíz Montes de Oca». Disponible en: [rc.upr.edu.cu/bitstream/DICT/521/1/Jimenez\\_12.pdf](http://rc.upr.edu.cu/bitstream/DICT/521/1/Jimenez_12.pdf).
- LAMPRECHT, H., 1990. *Silvicultura en los trópicos: Los ecosistemas forestales en los bosques tropicales y sus especies arbóreas; posibilidades y métodos para un aprovechamiento sostenido* [en línea]. República Federal Alemana: TZ-Verlag-Ges. ISBN 3-88085-440-8. Disponible en: [https://books.google.com.cu/books/about/Silvicultura\\_en\\_los\\_tr%C3%B3picos.html?id=1H0JywAACAAJ&redir\\_esc=y](https://books.google.com.cu/books/about/Silvicultura_en_los_tr%C3%B3picos.html?id=1H0JywAACAAJ&redir_esc=y).
- OSORIO, Y., 2013. *Estructura y diversidad de la flora leñosa en un bosque pluvisilva submontano, sector Cupeyal del Norte, Parque Nacional Alejandro de Humboldt (PNAH)* [en línea]. Tesis en opción al título académico de Master en Ciencias Forestales. S.l.: s.n. Disponible en: [rc.upr.edu.cu/bitstream/DICT/2158/1/Yobanis%20Osorio%20Bornot.pdf](http://rc.upr.edu.cu/bitstream/DICT/2158/1/Yobanis%20Osorio%20Bornot.pdf)
- REYES, O.J., 2012. Clasificación de la vegetación de la Región Oriental de Cuba. *Revista del Jardín Botánico Nacional*, vol. 32/33, pp. 59-71.
- SÁNCHEZ, F.J., 2015. *Acciones silvícolas para la rehabilitación del bosque pluvisilva de baja altitud sobre complejo metamórfico del sector Quibiján-Naranjal del Toa* [en línea]. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Forestales. Pinar del Río: Universidad de Pinar del Río «Hermanos Saíz Montes de Oca». Disponible en: <http://rc.upr.edu.cu/bitstream/DICT/2185/1/Jos%c3%a9%20S%c3%a1nchez%20Fonseca.pdf>.
- ZAHAWI, R.A., HOLL, K.D., COLE, R.J. y REID, J.L., 2013. Testing applied nucleation as a strategy to facilitate tropical forest recovery. *Journal of Applied Ecology*, vol. 50, pp. 8896.