

Evaluación de la regeneración natural de la *Cinchona officinalis* L. en la Zona de Amortiguamiento del Bosque de Protección de Pagaibamba- II Etapa.

Evaluation of the natural regeneration of *Cinchona officinalis* L. in the Buffer Zone of the Pagaibamba Protection Forest - Phase II.

Miguel Ángel Villar Cabeza¹; Fátima Elizabeth Marcelo Bazán²; Juan Rodrigo Baselly Villanueva²

RESUMEN

El Perú es uno de los países con mayor diversidad de ecosistemas que va acompañado de una alta diversidad florística, en nuestro territorio existen individuos del género *Cinchona* perteneciente a la familia Rubiaceae que son de mucha importancia para la humanidad, siendo más conocido sus especímenes como Quina o Cascarilla. La *Cinchona officinalis* L., en su corteza tiene principalmente el alcaloide Quinina que sirve como cura efectiva para enfermedades como el paludismo o la malaria, pero en la actualidad los bosques húmedos donde se desarrolla están siendo amenazados por la ampliación de la frontera agrícola y ganadera. En el presente trabajo se evaluó la regeneración natural de un bosque donde existe individuos de la *Cinchona officinalis*, determinándose que es la especie con mayor Índice de Valor de Importancia (IVI) y su distribución diamétrica puede ser expresada por el modelo $N^{\circ} \text{ de Quina/ha} = \exp^{5.08144 - (0.08812 \times \text{Marked class})}$; además de forma general la regeneración natural en el área de estudio está siendo alterada, pues son muy pocas las especies que presentan individuos en todas las categorías de regeneración natural.

Palabras claves: *Cinchona officinalis* L, regeneración natural, factores antrópicos.

ABSTRACT

Peru is one of the countries with the greatest diversity of ecosystems that are accompanied by a high floristic diversity, in our territory there are individuals of the genus *Cinchona* belonging to the Rubiaceae family that are of great importance for humanity, being more known their specimens as Quina or Cascarilla. The *Cinchona officinalis* L., known as Quina in its bark, has mainly the alkaloid Quinine that serves as an effective cure for diseases such as malaria, but currently the humid forests where it develops are being threatened by the expansion of the agricultural and livestock border. In the present work, the natural regeneration of a forest where there are individuals of the *Cinchona officinalis* was evaluated, determining that the Who is the species with the highest Importance Value Index (IVI) and its diametric distribution can be expressed by the model $N^{\circ} \text{ of Quina/ha} = \exp^{5.08144 - (0.08812 \times \text{class mark})}$; In addition to the general form, natural regeneration in the study area is being altered, since there are very few species that present individuals in all categories of natural regeneration.

Keywords: *Cinchona officinalis* L, natural regeneration, anthropogenic factors.

¹Responsable del Proyecto Estudio Silvicultural de la Quina "*Cinchona officinalis* L.", en el distrito de Querocoto, provincia de Chota, departamento de Cajamarca.

²Equipo de investigación del Proyecto Estudio Silvicultural de la Quina "*Cinchona officinalis* L.", en el distrito de Querocoto, provincia de Chota, departamento de Cajamarca.

INTRODUCCIÓN

El Perú posee una gran diversidad de ecosistemas que va acompañado de una alta diversidad florística (Rodríguez 1995), como es el género *Cinchona* perteneciente a la familia Rubiaceae que es de mucha importancia para la humanidad, siendo más conocido sus especímenes como Quina o Cascarilla; presenta una fitogeografía neotropical, con cerca de 23 especies distribuidas desde Costa Rica hasta el sur de Bolivia (Mendoza *et al.* 2014). La cascarilla, cuya corteza medicinal contiene la Quinina, un alcaloide que es una cura efectiva para enfermedades como el paludismo o la malaria; durante la colonia curó de esta enfermedad a Ana Osorio, Condesa de Chinchón, esposa del virrey del Perú Gerónimo Fernández de Cabrera, y es por ello que el género botánico al que pertenece la especie se bautizó como *Cinchona*; era tan abundante que fue el árbol escogido para figurar en nuestro escudo nacional (MINAM 2014). La excesiva demanda de la cascarilla, provocó la explotación irracional de las especies que comprenden este género (Anda 2002), siendo la especie más demandada la *Cinchona officinalis* L. por presentar una corteza con más alcaloides (Hodge 1947). En la actualidad pese al desarrollo de medicamentos sintéticos, su corteza sigue siendo utilizada contra la malaria más resistente (PRO-MANU y IIAP 2009) y la presión antrópica sobre las áreas donde existe tiene un mayor impacto negativo que la propia cosecha de su corteza (Anda 2002, Madsen citado por Yucta 2016).

La regeneración natural del bosque es el conjunto de procesos mediante los cuales este se restablece por medios naturales (Rollet 1980), y debe ser considerada como una serie concatenada de procesos, cada uno de los cuales puede influir decisivamente en el resultado final. La dinámica de la regeneración está condicionada por un conjunto de procesos naturales que suceden en forma continua (regeneración y mortalidad) operando en forma cíclica dentro del bosque; determinando sucesivos estados de equilibrio dinámico en las que están involucradas mezclas de especies en diferente condición estructural (López 2015). Los bosques nublados de montaña de los trópicos son considerados ecosistemas muy frágiles, porque juegan un papel hidrológico y ecológico estratégico, pero se están convirtiendo en uno de los ecosistemas más amenazados debido a la tala selectiva, el incremento demográfico y la ampliación de la frontera agrícola y ganadera (Torres 2013). Estas actividades han ocasionado la formación de pequeñas islas o fragmentos boscosos de lo que fue un ecosistema continuo, afectando la dinámica de las poblaciones naturales de flora y fauna (Cabrera 2012).

En el presente artículo se busca determinar el estado de la regeneración natural de la *Cinchona officinalis* L. en áreas pertenecientes a los Centros poblados de Paraguay y San Luis, donde se ubica el área de estudio del proyecto de investigación: **Estudio Silvicultural de la Quina "*Cinchona officinalis* L.", en el distrito de Querocoto, provincia de Chota, departamento de Cajamarca.**

MATERIAL Y MÉTODOS

Ubicación del área de investigación

La investigación se desarrolló en áreas pertenecientes a los Centros Poblados de Paraguay y San Luis del distrito de Querocoto, provincia de Chota, departamento de Cajamarca – Perú; entre las coordenadas UTM 9293833 -9295546 Norte y 713301 - 715016 Este de la proyección WGS 84-Zona 17S, y con un rango altitudinal entre 2448 y 2709 msnm. Más específicamente en la Zona de Amortiguamiento del Bosque de Protección de Pagaibamba. La Zona de vida correspondiente al C.P. San Luis es el bosque húmedo – Montano Bajo Tropical y para el C.P. Paraguay es el bosque húmedo – Montano Tropical (ZEE 2016). Las condiciones climáticas del área en estudio son de una precipitación anual de 520 mm, temperatura promedio de 13 a 15 °C (ANA 2018, NASA 2018), mínima de 9 °C y máxima de 21 °C; y humedad relativa promedio de 80 %.

Metodología

Para el desarrollo de la investigación se ha empleado el método del cuadrante, instalado 12 parcelas de 10 x 10 m cada una con subparcelas de 5 x 5 m y de 2 x 2 m, sus ubicaciones se muestran en la *Tabla 1*.

Tabla 1. Ubicación de parcelas de regeneración natural.

Código	Departamento/ Provincia / Distrito	Centro Poblado	Coordenadas UTM 17S – WGS 84		Altitud msnm	
			Norte	Este		
1	Cajamarca/ Chota/ Querocoto	Paraguay	9294012	713392	2616	
2			9295599	714998	2554	
3		San Luis		9295420	714795	2581
4				9295379	714824	2603
5				9295453	714646	2613
6				9294596	713575	2722
7				9294604	713638	2725
8				9294214	713444	2634
9			Paraguay	9294152	713434	2639
10				9293894	713425	2639
11				9293833	713391	2597
12				9293854	713301	2582

Para la clasificación de la regeneración natural se usó las categorías propuestas por Pinelo(2004), que son las siguientes:

- Brinzales (hasta 30 cm de altura y < 5 cm Dap). Realizándose la evaluación en la subparcela de 2x 2 m.
- Latizales (> 5 cm a < 10 cm Dap). Realizándose la evaluación en la subparcela de 5 x 5 m.
- Fustales (>10 cm a <25 cm Dap). Realizándose la evaluación en la parcela de 10 x10 m.
- Maduros (>25 cm a más). Realizándose la evaluación en la parcela de 10 x10 m.

En campo se evaluó todas las especies leñosas comprendidas en las parcelas según la categoría de regeneración, y se identificó a la familia que pertenecen, los individuos con DAPs mayores a 10 cm fue medido su diámetro usando forcípula. En gabinete los datos de campo fueron sistematizados y procesados

en el software Excel, determinándose el número de individuos de cada especie por categoría y familia. Además, se extrapola el número de individuos por categoría y clase diamétrica. Considerando lo mencionado por Campos y Leite (2013), que la distribución diamétrica de un bosque natural puede ser expresada por el siguiente modelo exponencial, $Y = e^{\beta_1 + (\beta_2 * X)} \cdot \epsilon$, donde Y es el número de árboles por clase diamétrica en una hectárea, X es el centro de la clase, los betas (β_1 y β_2) son los parámetros de la regresión y ϵ es el error; se ajustó usando el software InfoStat un modelo general para el bosque y otro sólo para la Quina. Finalmente, usando los datos de fustales y maduros se determinó el Índice de Valor de Importancia (IVI).

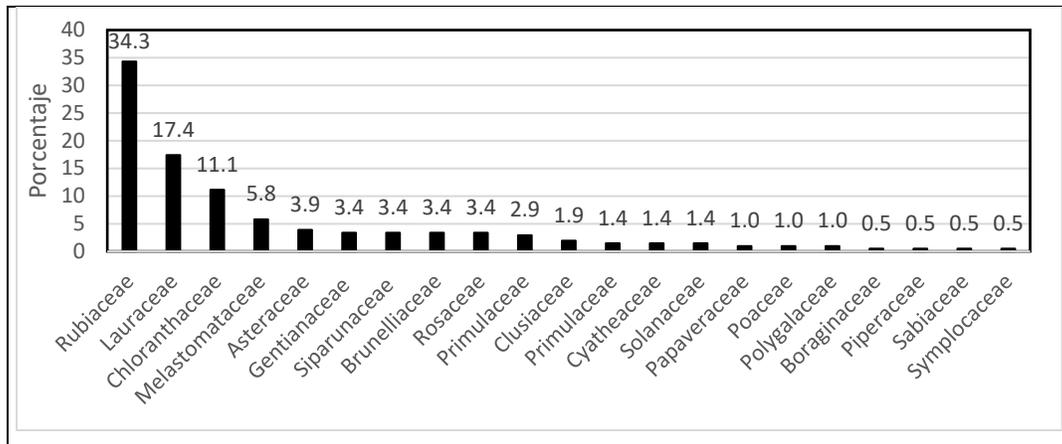
RESULTADOS

Se registraron en total 207 individuos comprendidos en 35 especies, siendo la Quina la especie con mayor representatividad, 31.9 %, presentándose en casi todas las categorías; seguido de las especies *Nectandra* sp.1 y *Hedyosmum scabrum* (Ruiz & Pav.) Solms con 14.0y 5.8% cada una, *Tabla 2*. Las Familias que presentaron mayor número de individuos fueron la Rubiaceae y Lauraceae con 34.3 y 17.4 % respectivamente y las que presentaron menos fueron Boraginaceae, Piperaceae, Sabiaceae y Symplocaceae con 0.5%, *Gráfico 1*.

Tabla 2. Número de individuos por especie y categoría.

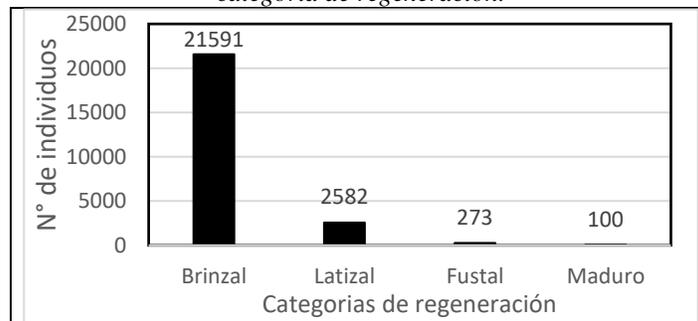
Nombre común	Nombre científico	Familia	Categoría de regeneración									
			Brinzal		Latizal		Fustal		Maduro		Total	
			N°	%	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%
	<i>Austroeupeatorium inulifolium</i> (Kunth) R.M. King & H. Rob.	Asteraceae	1	1.1	0	0.0	0	0.0	0	0.0	1	0.5
	<i>Axinaea</i> sp.	Melastomataceae	0	0.0	1	1.4	0	0.0	0	0.0	1	0.5
Chilca	<i>Baccharis</i> sp.	Asteraceae	4	4.2	2	2.8	0	0.0	0	0.0	6	2.9
Zapallo quero	<i>Bocconia integrifolia</i> Bonpl.	Papaveraceae	0	0.0	2	2.8	0	0.0	0	0.0	2	1.0
Nogalillo	<i>Brunellia</i> sp.	Brunelliaceae	0	0.0	0	0.0	6	20.0	1	9.1	7	3.4
	<i>Cestrum</i> sp.	Solanaceae	0	0.0	0	0.0	1	3.3	0	0.0	1	0.5
	<i>Chusquea</i> sp.	Poaceae	2	2.1	0	0.0	0	0.0	0	0.0	2	1.0
Quina	<i>Cinchona officinalis</i> L.	Rubiaceae	49	51.6	0	0.0	12	40.0	5	45.5	66	31.9
Lalush	<i>Clusia</i> sp.	Clusiaceae	1	1.1	2	2.8	1	3.3	0	0.0	4	1.9
Chonta	<i>Cyathea</i> sp.	Cyatheaceae	0	0.0	1	1.4	2	6.7	0	0.0	3	1.4
Aserilla negra	<i>Hedyosmum scabrum</i> (Ruiz & Pav.) Solms	Chloranthaceae	3	3.2	5	7.0	3	10.0	1	9.1	12	5.8
Aserilla blanca	<i>Hedyosmum</i> sp.	Chloranthaceae	0	0.0	11	15.5	0	0.0	0	0.0	11	5.3
Huanga negra	<i>Hesperomeles pernettyoides</i> Wedd.	Rosaceae	0	0.0	2	2.8	0	0.0	0	0.0	2	1.0
	<i>Liabum</i> sp.	Asteraceae	1	1.1	0	0.0	0	0.0	0	0.0	1	0.5
Cascarilla blanca	<i>Macrocarpaea</i> sp.	Gentianaceae	3	3.2	4	5.6	0	0.0	0	0.0	7	3.4
Choloquillo	<i>Meliosma</i> sp.	Sabiaceae	0	0.0	1	1.4	0	0.0	0	0.0	1	0.5
Colpaquero blanco	<i>Miconia</i> sp.	Melastomataceae	5	5.3	2	2.8	0	0.0	0	0.0	7	3.4
Colpaquero rojo	<i>Miconia</i> sp. 1	Melastomataceae	1	1.1	2	2.8	0	0.0	1	9.1	4	1.9
	<i>Monnina</i> sp.	Polygalaceae	1	1.1	1	1.4	0	0.0	0	0.0	2	1.0
	<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R. Br. ex Roem. & Schult.	Primulaceae	2	2.1	1	1.4	0	0.0	0	0.0	3	1.4
Toche colorado	<i>Myrsine</i> sp.	Primulaceae	2	2.1	4	5.6	0	0.0	0	0.0	6	2.9
Roble blanco	<i>Nectandra</i> sp.	Lauraceae	1	1.1	0	0.0	0	0.0	0	0.0	1	0.5
Roble amarillo	<i>Nectandra</i> sp.1	Lauraceae	1	1.1	21	29.6	4	13.3	3	27.3	29	14.0
	<i>Ocotea</i> sp.	Lauraceae	0	0.0	0	0.0	1	3.3	0	0.0	1	0.5
Café de monte	<i>Palicourea</i> sp.	Rubiaceae	4	4.2	1	1.4	0	0.0	0	0.0	5	2.4
	<i>Persea</i> sp. 1	Lauraceae	0	0.0	1	1.4	0	0.0	0	0.0	1	0.5
	<i>Piper</i> sp.	Piperaceae	1	1.1	0	0.0	0	0.0	0	0.0	1	0.5
Layo	<i>Prunus ruiziana</i> Koehne	Rosaceae	4	4.2	1	1.4	0	0.0	0	0.0	5	2.4
	<i>Salpichroa</i> sp.	Solanaceae	1	1.1	0	0.0	0	0.0	0	0.0	1	0.5
Añasquero	<i>Siparuna muricata</i> (Ruiz & Pav.) A. DC.	Siparunaceae	1	1.1	5	7.0	0	0.0	0	0.0	6	2.9
	<i>Siparuna tomentosa</i> (Ruiz & Pav.) A. DC.	Siparunaceae	1	1.1	0	0.0	0	0.0	0	0.0	1	0.5
	<i>Solanum</i> sp.	Solanaceae	1	1.1	0	0.0	0	0.0	0	0.0	1	0.5
	<i>Symplocos</i> sp.	Symplocaceae	1	1.1	0	0.0	0	0.0	0	0.0	1	0.5
Mote mote	<i>Tournefortia</i> sp.	Boraginaceae	0	0.0	1	1.4	0	0.0	0	0.0	1	0.5
	N.I	Lauraceae	4	4.2	0	0.0	0	0.0	0	0.0	4	1.9
	Total		95	100.0	71	100.0	30	100.0	11	100.0	207	100.0

Gráfico 1. Distribución de individuos por Familia.



La categoría con mayor cantidad de individuos por ha fue brinzales con 21591, seguido de latizales con 2582, fustales con 273 y maduros con 100, Gráfico 02.

Gráfico 2. Número de individuos por hectárea en cada categoría de regeneración.

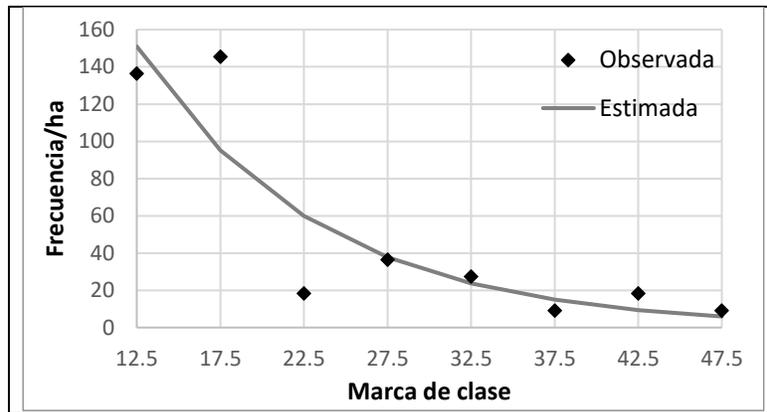


Al determinar el número de árboles por clase diamétrica mayores de 10 cm de DAP/ha, se puede observar que la clase [10-15> presentó el mayor número de individuos con 109 y la menor fue la [40-55] con 9 árboles; formando una “J” invertida que puede ser expresada con el modelo $N^\circ/ha = \exp^{6.17216 - (0.09242 \times \text{Marca de clase})}$, con un Coeficiente de correlación de 0.892, Tabla y Gráfico 3.

Tabla 3. Número de individuos mayores de 10 cm de DAP/ha.

Clases diamétricas	Marca de clase	Frecuencia/parcela	Frecuencia/ha	
			Observada	Estimada
[10-15>	12.5	12	109	151
[15-20>	17.5	16	145	95
[20-25>	22.5	2	18	60
[25-30>	27.5	4	36	38
[30-35>	32.5	3	27	24
[35-40>	37.5	1	9	15
[40-45>	42.5	2	18	9
[40-55]	47.5	1	9	6
Nº de individuos total		41	373	398

Gráfico 3. Número de individuos mayores de 10 cm de DAP/ha

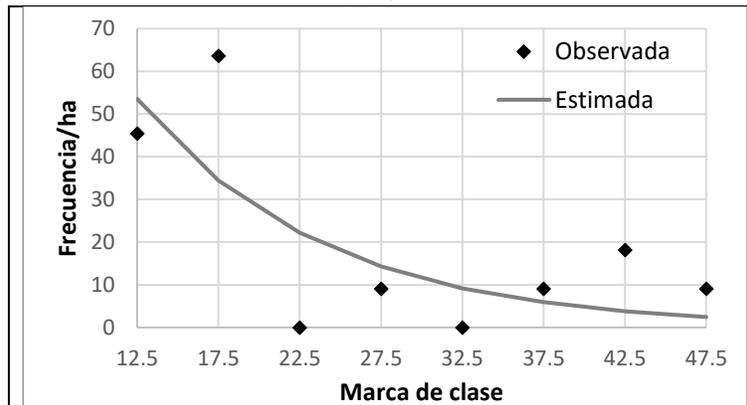


El número de árboles de Quina por clase diamétrica mayores de 10 cm de Dap/ha, se puede observar que la clase [15-20> presentó el mayor número de individuos con 45 y las menores fueron la [20-25> y [30-35> con ningún individuo; formando una “J” invertida que puede ser expresada con el modelo N° de Quina/ha = $exp^{5.08144-(0.08812 \times \text{Marca de clase})}$ con un Coeficiente de correlación de 0.725, Tabla y Gráfico 04.

Tabla 4. Número de individuos de Quina mayores de 10 cm de DAP/ha

Clases diamétricas	Marca de clase	Frecuencia/parcela	Frecuencia/ha	
			Observada	Estimada
[10-15>	12.5	5	45	54
[15-20>	17.5	7	64	34
[20-25>	22.5	0	0	22
[25-30>	27.5	1	9	14
[30-35>	32.5	0	0	9
[35-40>	37.5	1	9	6
[40-45>	42.5	2	18	4
[40-55]	47.5	1	9	2
N° de individuos total		17	155	146

Gráfico 4. Número de individuos de Quina mayores de 10 cm de DAP/ha

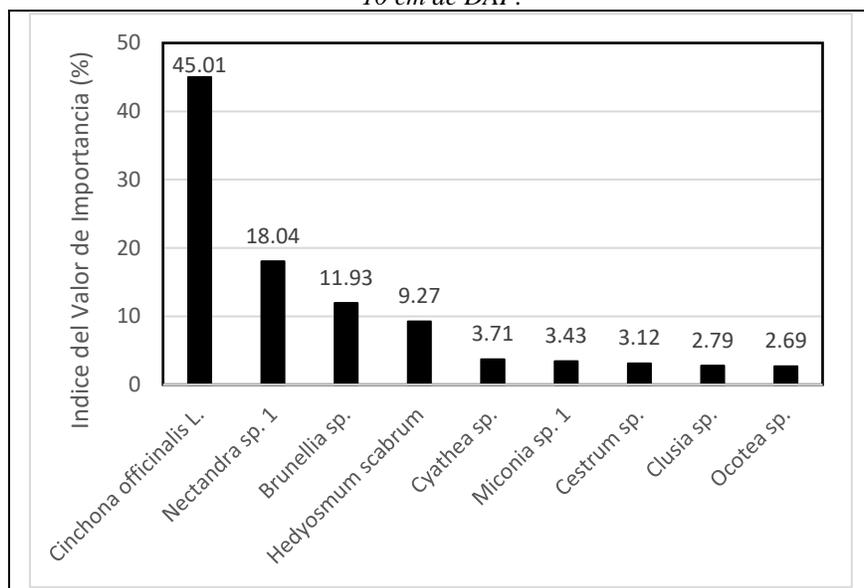


De las 35 especies identificadas sólo 9 presentaron individuos con diámetros superiores a los 10 cm, con los cuales se determinó el Índice de Valor Importancia (IVI). La especie leñosa que presenta mayor frecuencia, abundancia y dominancia en el bosque fue la *Cinchona officinalis*, teniendo un IVI de 45.01 %, seguido de *Nectandra sp.1* (Roble amarillo) con 18.04%, *Tabla* y *Gráfico 5*.

Tabla 5. Índice de Valor de Importancia general de individuos mayores de 10 cm de DAP.

N°	Especie	Frecuencia		Abundancia		Dominancia		I.V.I
		Absoluta	Relativa %	Absoluta	Relativa %	Absoluta	Relativa %	
1	<i>Brunellia sp.</i>	0.18	9.1	7	17.1	0.16	9.6	11.9
2	<i>Cestrum sp.</i>	0.09	4.5	1	2.4	0.04	2.4	3.1
3	<i>Cinchona officinalis</i>	0.82	40.9	17	41.5	0.86	52.7	45.0
4	<i>Clusia sp.</i>	0.09	4.5	1	2.4	0.02	1.4	2.8
5	<i>Cyathea sp.</i>	0.09	4.5	2	4.9	0.03	1.7	3.7
6	<i>Hedyosmum scabrum</i>	0.18	9.1	4	9.8	0.15	9.0	9.3
7	<i>Miconia sp. 1</i>	0.09	4.5	1	2.4	0.05	3.3	3.4
8	<i>Nectandra sp. 1</i>	0.36	18.2	7	17.1	0.31	18.9	18.0
9	<i>Ocotea sp.</i>	0.09	4.5	1	2.4	0.02	1.1	2.7
	Total	2.00	100.0	41	100.0	1.63	100.0	100.00

Gráfico 5. Índice de Valor de Importancia general de individuos mayores de 10 cm de DAP.



DISCUSIÓN

Malleux (1892) menciona que en un bosque natural la frecuencia de clases del tamaño de los árboles es semejante a una “J” invertida, indicando presencia de una alta regeneración natural, y que por selección natural o competencia sólo algunos individuos llegarán a estado maduro, siéndola la dinámica normal de continuidad del bosque. Para el caso de las parcelas estudiadas la distribución de individuos por categorías presentó esta distribución, *Gráfico 03*, indicando que la regeneración natural está con una dinámica normal. Pero el número de individuos de una categoría a la otra es marcadamente inferior, sólo el *Hedyosmum scabrum*

(Ruiz & Pav.) Solms y *Nectandra* sp.1 presenta individuos en todas las categorías y sólo 9 especies de las 35 presentan fustales y maduros; indicando que la regeneración natural está siendo afectada, lo cual se debe a factores antrópicos como la ganadería y la extracción de brinzales para su venta.

Según Queiroz *et al.* (2017) cuando mayores son los valores de abundancia, frecuencia y dominancia más importancia tendrá la especie dentro del complejo florístico del área. La *Cinchona officinalis* L. al presentar el mayor IVI cumple un papel muy importante en el ecosistema en estudio.

CONCLUSIÓN

La regeneración natural en el área de estudio está siendo alterada, puesto que el número de individuos de una categoría a la otra es marcadamente inferior, dos especies presenta individuos en todas las categorías y sólo 9 presentan individuos en las categorías fustales y maduros. La *Cinchona officinalis* L., tiene un papel muy importante en la estructura y masa boscosa al presentar el valor más alto de IVI.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANA (Autoridad Nacional del Agua, Perú). 2018. Sistema Nacional de Información de Recursos Hídricos Módulo para el Monitoreo del Fenómeno El Niño. Lima. (en línea, base de datos). Consultada 7 sept 2018. Disponible en http://snirh.ana.gob.pe/fen/EFEN_Visor.aspx.
- Anda, A. 2002. La Cascarilla. Loja, Ecuador, Universidad Técnica Particular de Loja. 192 p.
- Cabrera, H. 2012. Evaluación del contenido de carbono de las reservas la ceiba cazaderos de la región tumbesina del ecuador, naturaleza y cultura internacional. Loja, Ecuador. 39 P.
- Campos, JCC; Leite, HG. 2013. Mensuração Florestal: Perguntas e Respostas. 4 ed. Viçosa, MG, BR. UFV. 605 p.
- Hodge, W. 1947. Cinchona Procurement in Latin America. Economic Botany. University of Massachusetts 229-257.
- López, S. 2015. Regeneración natural arbórea en el bosque de neblina "Chonta", Montero - Ayabaca – Piura (en línea). Tesis Blgo. Piura, Perú. 70 p. Consultado 18 set. 2018. Disponible en <http://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/UNP/245/BIO-LOP-VIL-15.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Malleux Orjeda, J. 1892. Inventarios forestales en bosque tropicales. Lima, Perú, Universidad Nacional Agraria la Molina. 414 p.
- Mendoza, H; Ramírez P, BR; Jiménez, LC. 2004. Rubiaceae de Colombia: Guía ilustrada de géneros. Bogotá, Colombia, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt. 351 p.
- MINAM (Ministerio del Ambiente, Perú). 2014. Perú, reino de bosques. Lima, Perú. 303 p.
- NASA (National Aeronautics and Space Administration, Estados Unidos). 2018. Giovanni. Estados Unidos. (en línea, base de datos). Consultada 10 sept 2018. Disponible en <https://giovanni.gsfc.nasa.gov/giovanni/>.
- Pinelo, GI. 2004. Manual de inventario forestal integrado para unidades de manejo. Petén, Guatemala, WWF. 47 p.

- PRO-MANU (Biosfera y Parque Nacional del Manu); IIAP (Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana). 2001. Investigación participativa sobre las especies de *Cinchona*, otras antimaláricas y biocidas en seis comunidades nativas de la Reserva de Biosfera del Manu. Perú. 32p.
- Queiroz, WT; Fernando, MLS; Jardim, Cs ; Rocha, RVMD; Pinheiro, VJ. 2017. Índice de valor de importância de espécies arbóreas da floresta nacional do tapajós via análises de componentes principais e de fatores. *Ciência Florestal* 27(1): 47-59.
- Rodríguez, LO. 1996. Diversidad biológica del Perú: zonas prioritarias para su conservación. Lima, Perú, INRENA. 190 p.
- Rollet, B. 1980. Organización. In *Ecosistemas de los bosques tropicales*. Roma. UNESCO/PNUMA/FAO. 162p.
- Torres, F. 2013. Etnobotánica y sustancias bioactivas de las principales especies no maderables con potencial económico de los bosques de neblina del norte del Perú. Lima, CIPCA. 9 p.
- Yucta Quinteros, MF. 2016. Estructura y composición florística asociada al hábitat de crecimiento de *Cinchona officinalis* L. En la provincia de Loja. Tesis Ing. Loja, Ecuador, Universidad Nacional de Loja. 144p.
- ZEE (Zonificación Ecológica Económica) 2016. Mapa de Zonas de Vida (en línea). Cajamarca, Perú. Esc. 1:250,000. Color. Consultado 9 ago. 2017. Disponible en <http://zeeot.regioncajamarca.gob.pe/medio-biologico>.