

RASGOS FUNCIONALES DE LOS ÁRBOLES DE BOSQUE DE MONTAÑA FAVORECEN LA ESTRATEGIA DE CONSERVACIÓN DE LAS ESPECIES A LOS RIESGOS AMBIENTALES, TINGO MARÍA - PERÚ

FUNCTIONAL FEATURES OF THE MOUNTAIN FOREST TREES FAVOR THE STRATEGY OF CONSERVATION OF SPECIES TO ENVIRONMENTAL RISKS, TINGO MARÍA-PERÚ

Casiano Aguirre Escalante¹

Docente de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (UNAS).

Erasm Santillán Oliva²

Docente de la Universidad Nacional Hermilio Valdizan (UNHEVAL).

Edilberto Díaz Quintana³

Docente de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (UNAS).

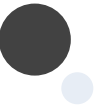
1 *ORCID <https://orcid.org/0000-0002-6109-4237> Profesor principal: Escuela Profesional de Ingeniería en Recurso Naturales Renovables-UNAS, Tingo María Perú. M.Sc. en Conservación de Recursos Forestales; candidato a Dr. Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible. Investigador en silvicultura tropical, bienes y servicios ecosistémicos y conocimiento tradicional de los pueblos indígenas. Publicaciones, II congreso Latinoamericano de IUFRO - 2006: Evaluación dasonómica y ecológica de árboles en bosque natural primario de selva alta peruana.*

Correo-e: casiano.aviriri@gmail.com

2 *Dr. Erasm Santillan Oliva: 0000-0002-9042-467X Profesor principal: Facultad Ciencias en Educación-UNHEVAL. Magister en Ciencias en Derecho, Dr. en Derecho, posdoctorado en ciencias. Catedra investigación científica*

Correo-e: erasmosantillanoliva@hotmail.com

3 *M.Sc. Edilberto Diaz Quintana: 0000-0001-7498-109X Profesor asociado: Escuela Profesional de Ingeniería en Recurso Naturales Renovables-UNAS. Magister en Gestión de Bosques Tropicales. Investigador Ecología y biodiversidad de ecosistemas tropicales. Correo-e: Edilberto_diazq@hotmail.com*



RESUMEN

El objetivo del estudio fue determinar el rasgo funcional de la densidad de madera (DM), altura total del árbol (Hmax) y diámetro del fuste de árbol (Dap) que favorecen la estrategia de conservación de especies adaptativas y conservativas. Se aplicó diseño no experimental y transversal en 518 árboles de bosque de montaña de una hectárea. El 66,6% se encuentran en la estrategia de conservación de especies conservativas y 33,4% en especies adaptativas. La t 40,8 y p valor 0,000 ($p < 0,05$) indica la DM favorece la estrategia de conservación de las especies conservativas. La t 2,8 y p valor 0,005 ($p < 0,05$), revela que la Hmax ayuda a la estrategia de conservación de especies adaptativas, mientras aumenta la edad de sucesión y es remplazada por especies conservativas. La t 5,1 y p valor 0,000 ($p < 0,05$), permite afirmar que el diámetro del fuste del árbol asiste a la estrategia de conservación de las especies adaptativas, y que durante la sucesión madura las especies conservativas.

PALABRAS CLAVES: Densidad, diversidad funcional y cambio climático.

ABSTRAC

The objective of the study was to determine the functional feature of wood density (DM), total tree height (Hmax) and diameter of the tree shaft (Dap) that favor the conservation strategy of adaptive and conservative species. A non-experimental, cross-sectional design was applied in 518 one-hectare mountain forest trees. 66,6% are in the conservation strategy of conservative species and 33,4% in adaptive species. The t 40,8 and p value 0,000 ($p < 0,05$) indicates that DM favors the conservation strategy of conservative species. The t 2,8 and p value 0,005 ($p < 0,05$), reveals that the Hmax helps the conservation strategy of adaptive species, while increasing the age of succession and is replaced

by conservative species. The t 5,1 and p value 0,000 ($p < 0,05$), allows to affirm that the diameter of the shaft of the tree assists the conservation strategy of the adaptive species, and that during the succession the conservative species mature.

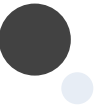
KEY WORDS: Density, functional diversity and climate change

INTRODUCCIÓN

En la región de los flancos andinos orientales, se encuentran ecosistemas considerados como bosques de montaña, actualmente vienen perdiendo la riqueza de la biodiversidad que alberga y los servicios ecosistémicos que brinda, por el acelerado cambio uso de la tierra, la deforestación y quema; provocando, grandes cambios en la formación de nubes, la distribución de especies y reorganización de las comunidades, generando un efecto en cascada sobre la vida en estos bosques (Foster, 2001).

En la selva alta peruana, en particular los bosques de montaña, han sufrido diversos factores de perturbación, donde la expansión de actividades agropecuarias y la extracción de madera, ha generado altas tasas de deforestación y degradación de los suelos, agravándose en las últimas décadas con la tala y quema de los bosques secundarios. Actualmente se encuentran en una situación de vulnerabilidad por la fragmentación y aislamiento de otros bosques remanentes, convirtiéndose en pequeños refugios o relictos de bosque, sin conectividad ecológica su capacidad de restauración natural no ha prosperado, este mecanismo de restauración es necesaria para la recuperación estructural y funcional del bosque, de continuar el problema será una amenaza mayor para la biodiversidad (Fischlin et al. 2007).

Estos ecosistemas de montaña, constituyen una prioridad global de conservación, debido a su gran biodiversidad y alto nivel de endemividad (Bush et al. 2007; Olson y Dinerstein, 1997 y Pennington et al. 2010), provisión de bienes



y servicios ecosistémicos (Brown et al. 2006; Anderson et al. 2011 y Balvanera, 2012); además, son considerados ecosistemas especialmente vulnerables y susceptibles a los efectos adversos del cambio climático (McCarthy et al. 2001), sitios donde existe alta proporcionalidad de especies de rango restringido (Parmesan, 1996), las endémicas (Cuesta et al. 2008).

Por lo tanto, se anticipa que el cambio climático, generado por diversos patrones de perturbación y cambios de uso de la tierra, provocaran sequías, causando un aumento de los incendios y la degradación del bosque húmedo y su sustitución por sabanas (Cox et al. 2004 y Nepstad et al. 2008), particularmente impactar bosques ubicados con gradientes fuertes de clima (Foster, 2002), donde las especies consideradas hoy como amenazadas o en peligro de extinción serán las primeras candidatas a desaparecer por el impacto del cambio climático (Alpizar, 2008).

La forzada migración de estas especies hacia áreas de mayor elevación no prosperaría, debido a la limitada disponibilidad de tierras apropiadas y el factor de rango restringido de la mayoría de especies, y podría resultar en una eventual desaparición de algunos ecosistemas montañosos (Parmesan, 1996). Bajo este escenario climático, las investigaciones señalan en la escala de especies, tres respuestas generales podrían ocurrir debido a las anomalías climáticas: desplazamiento, adaptación o extinción local (Cuesta et al. 2008; Holt, 1990 y Peterson et al. 2001).

Diversos estudios precisan que las plantas pueden responder a los cambios ambientales modificando su fenología, los procesos fisiológicos y reproductivos (Matesanz et al. 2010), dando lugar a distintas respuestas y estrategias que adoptan las plantas para su supervivencia y dominancia. Estas estrategias pueden estar asociadas a mecanismos de captura, uso y distribución de recursos,

clasificando las especies como adquisitivas (adaptativas) o conservativas (Wilson et al. 1999; Kohler et al. 2000; Díaz et al. 2006 y Poorter et al. 2006), ambas estrategias pueden coexistir en un mismo sitio, mostrando similitud en la respuesta a los cambios en el ambiente y las perturbaciones (Kühner y Kleyer, 2008).

Sin embargo, en los bosques tropicales, las investigaciones han estado orientadas a conocer la estructura, composición y dinámica del bosque, dejando de lado la dimensión funcional de las especies, fundamentales para comprender las dinámicas ecológicas, en base a los rasgos funcionales de las diferentes especies que componen los ecosistemas (Chave et al. 2006). Se sabe que los efectos de la diversidad sobre los procesos ecosistémicos son atribuidos a los rasgos funcionales (valor y rango) de las especies individuales y sus interacciones, más que al número de especies. (Díaz & Cabido, 2001), por lo que es necesario realizar estudios, para respaldar de que la diversidad funcional podría afectar a corto tiempo la dinámica de los recursos del ecosistema y a largo tiempo la estabilidad del ecosistema.

El presente estudio se llevó a cabo en el bosque de montaña, del bosque reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María-Perú, a 875 msnm, en una parcela permanente de medición de una hectárea, subdividida en 25 sub parcelas de 20m x 20m, donde se determinó el rasgo funcional densidad (ρ) madera (DM), según la base de datos de Chave et al. (2005), Zanne et al. (2009) y Baker et al. (2004^a), se agrupó en 5 categorías de densidad (Aróstegui, 2006). El rasgo funcional diámetro del fuste del árbol (Dap) y altura total del árbol (Hmax) se evaluó siguiendo el protocolo de RAINFOR (Phillips et al. 2016), categorizando por estratos arbóreos (Finegan et al. 1999), y agrupando los árboles según la estrategia de sobrevivencia de la planta, en estrategia de especies conservativas y adaptativas (Cardoza, 2011).

Con la presente investigación del conocimiento científico de rasgos funcionales: DM, Dap y Hmax de los árboles de ecosistemas de bosque de montaña, aportará en la región de Yungas o Selva Alta, a distinguir dos grandes tipos de medidas. El primero, prevé medidas que busca amortiguar las perturbaciones, aumentando la resiliencia de los ecosistemas frente a los cambios climáticos bruscos, por ejemplo, prevenir la quema, manejar las especies invasivas y las plagas, restaurar el ecosistema después de una perturbación.

El segundo tipo, busca facilitar medidas para la evolución o la transición del ecosistema hacia un nuevo estado, adaptado a las nuevas condiciones, por ejemplo, aumentar la conectividad del paisaje mediante el establecimiento de corredores ecológicos, conservar ecosistemas en gradientes de condiciones ambientales, conservar la diversidad genética en ecosistemas naturales y modificar el manejo de ecosistemas plantados o aprovechados.

El aporte al conocimiento científico es identificar los rasgos funcionales de las especies claves de estrategias adaptativas o conservativas, para los ecosistemas de bosques de montaña, y como aporte tecnológico, permitirá entender la sensibilidad de los ecosistemas y especies a partir de los rasgos funcionales, para así definir estrategias de adaptación de las especies a los riesgos ambientales que provocará el cambio climático. Información técnico científico útil para los tomadores de decisión en los sectores públicos y privados respecto al manejo y conservación de los ecosistemas y el bienestar de las poblaciones locales, usuarios de los servicios ecosistémicos.

Por tanto, conociendo la dimensión funcional de los árboles en la estrategia de especies conservativas y adaptativas o adquisitiva de bosque de montaña, se podrá monitorear el estado de la biodiversidad frente posibles

impactos de los riesgos ambientales generados por el cambio climático; así mismo, entendiendo la capacidad adaptativa de las especies al cambio climático, se podrá planificar programas de restauración, biorremediación, corredores biológicos, conservación y protección de bosques de montaña.

La vulnerabilidad provocada por el cambio climático a los árboles de ecosistemas de bosque de montaña, ha conllevado a plantear el problema de investigación: ¿De qué manera el rasgo funcional densidad de madera(DM), diámetro de fuste del árbol (Dap) y altura total del árbol (Hmax) favorecen la estrategia de conservación de especies conservativas y adaptativas en bosque de montaña de Tingo María?. El objetivo del estudio fue, determinar si el rasgo funcional DM, Dap y Hmax del árbol, favorecen la estrategia de conservación de especies conservativas y adaptativas (adquisitivas).

METODOLOGIA DE INVESTIGACIÓN

El estudio utilizó diseño de nivel no experimental y transversal, la muestra fue no probabilística de 518 árboles mayores de 10cm de Dap, evaluada en una parcela permanente de monitoreo de bosque de montaña de una hectárea, ubicada en el bosques reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (BRUNAS), a 875 msnm, en Tingo María- Huánuco.

Para calcular el rasgo funcional DM, se acudió a la base de datos publicado por Chave et al. (2005), Zanne et al. (2009) y de Baker et al. (2004^a); la densidad básica de la madera, se agrupó en 5 categorías de densidad, según la propuesta de Aróstegui (2006): Muy Baja (MB), densidad menor de 0,30 g/cm³; Baja (BA), densidad de 0,30 g/cm³ a 0,40g/cm³; Media (ME), densidad de 0,41 g/cm³ a 0,60 g/cm³; Alta (AL), densidad de 0,61 g/cm³ a 0,75 g/cm³; Muy Alta (MA), densidad mayor de 0,75 g/cm³.



Para determinar el rasgo funcional Hmax, fue en base a la lectura de inclinación al pie y a la cima del árbol, registrado con el equipo clinómetro de Sunnto, luego se categorizó por estratos arbóreos, propuesto por Finegan et al. (1999): estrato arbóreo inferior ($\leq 4,9$ m), arbóreo medio (5-24,9 m), arbóreo superior (25-34,9 m)

y emergente (> 35 m). Para el rasgo funcional Dap, se midió el diámetro a la altura del pecho de todos los árboles ≥ 10 cm (a 1,30 m sobre el nivel del suelo), utilizando una cinta diamétrica, categorizando por clases diametrales: 10-20cm, 20-30cm, 30-40cm, 40-50cm, 50-60cm, 60-70cm, 70-80cm y > 80 cm.

RESULTADOS

Tabla N° 01. Densidad básica de las especies forestales del BRUNAS

Densidad básica	(g/cm ³)	Frecuencia	Porcentaje	% acumulado
Muy alta	$> 0,75$	21	4,1	4,1
Alta	0,61 – 0,75	269	51,9	56,0
Media	0,41 – 0,6	183	35,3	91,3
Baja	0,3 – 0,4	40	7,7	99,0
Muy baja	$< 0,30$	5	1,0	100,0
Total		518	100,0	

Fuente: Datos de campo y base de datos de Chave et al. (2005), Zanne et al. (2009) y Baker et al. (2004^a), categoría densidad (Aróstegui, 2006).

Tabla 02. Especies de los árboles de montaña del BRUNAS María.

Especies	Frecuencia	Porcentaje
Conservativas	345	66,6
Adaptativas	173	33,4
Total	518	100,0

Fuente: Datos de campo y base de datos Chave et al. (2005), Zanne et al. (2009) y Baker et al. (2004^a)

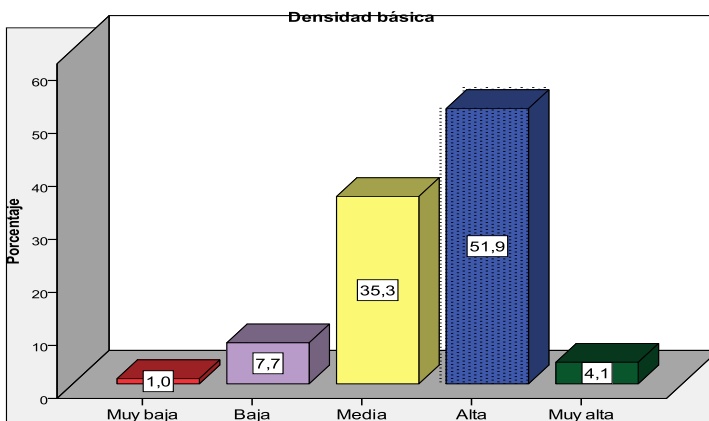


Figura 01. Número de árboles por categoría de densidad básica de la madera

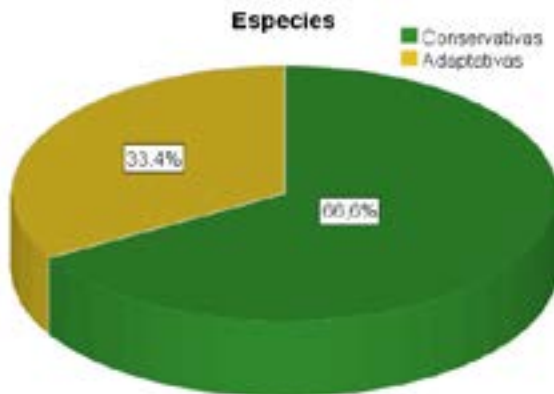
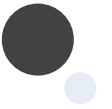


Figura 02. Distribución de las especies conservativas y adaptativas

De 518 de árboles encontrados en la PPM del BRUNAS, según el rasgo funcional densidad básica de la madera, el 66,6% pertenecen al grupo de especies conservativas, mientras 33,4% son especies adaptativas (Tabla 2 y Figura 02). Al interpretar por cada categoría de DM, el 51,9% presentan alta densidad, el 35,3%

densidad media y 4,1% densidad muy alta, alcanzando un 91,3% de árboles se encuentran en la categoría de densidad media, alta y muy alta (Tabla 01 y Figura 01); es decir, de cada 10 árboles, 9 presentan entre 0,41 a > 0,75 g/cm³ de densidad, con presencia mayor las especies de estrategia conservativa.

Tabla 03. Distribución por clase de altura del árbol en bosque de montaña del BRUNAS

Altura	(m)	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Árboreo inferior	< 4,9	0	0	0
Árboreo medio	5 – 24,9	475	91,7	91,7
Árboreo superior	25 – 34,9	38	7,3	99,0
Emergente	> 35	5	1,0	100,0
Total		518	100,0	

Fuente: Datos de campo y estratos arbóreos (Finnegan et al. 1999)

De 518 árboles existentes en la PPM del BRUNAS; el 91,7% pertenecen al estrato arbóreo medio, 7,3% corresponden al arbóreo superior; 1,% emergente; por lo tanto, un 99,7% están entre 5 a 34,9 m de altura; es decir, de cada 10 árboles, 9 tienen esta altura (Tabla 03 y Figura 03).

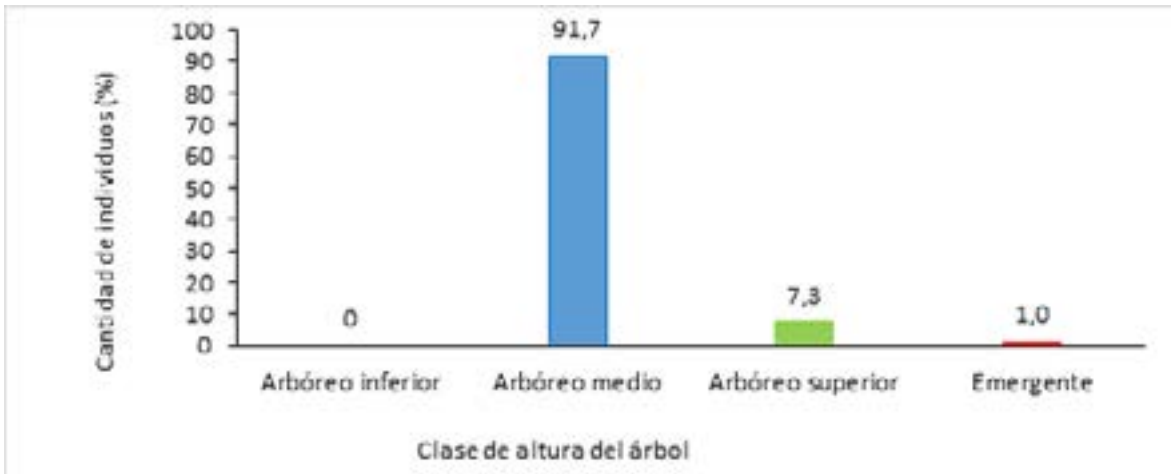


Figura 03 Distribución del rasgo funcional altura del árbol por estrato arbóreo

Tabla 04. Clases diamétrica de los árboles de bosque de montaña del BRUNAS

Diámetro (cm)	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
10 – 20	279	53,9	53,9
20 – 30	136	26,3	80,1
30 – 40	41	7,9	88,0
40 – 50	38	7,3	95,4
50 – 60	11	2,1	97,5
60 – 70	3	0,6	98,1
70 – 80	4	0,8	98,8
> 80	6	1,2	100,0
Total	518	100,0	

Fuente: Datos de campo, 2018

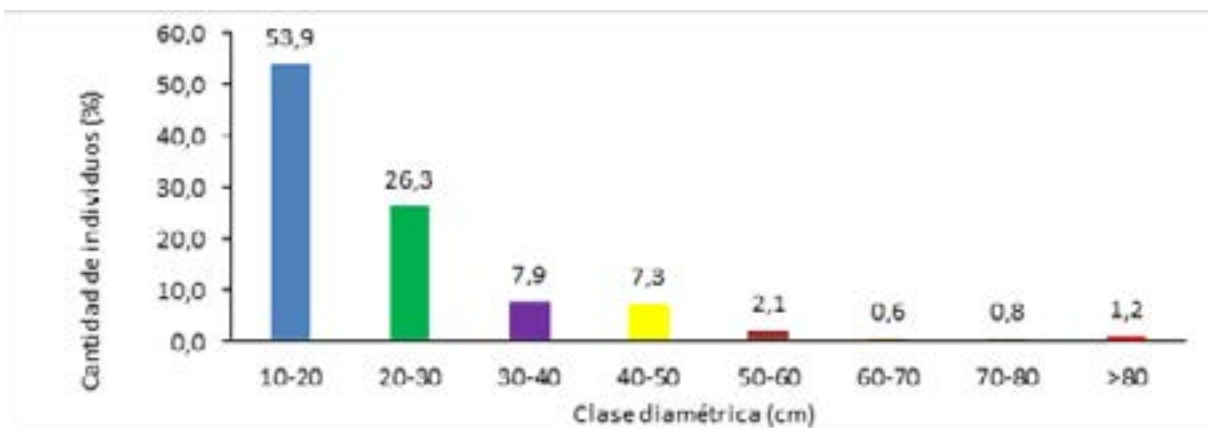
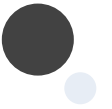


Figura 04. Número de árboles por categoría de clase diamétrica



Al analizar el rasgo funcional Dap, y su distribución por clase diamétrica, de 518 árboles, el 53,9% se encuentran en la clase diamétrica 10-20 cm de Dap y el 26,3% entre 20-30 cm de Dap (Tabla 04 y Figura 04); por lo tanto, un 80,1% de árboles fluctúan en la clase diamétrica 10 a 30 cm de Dap; es decir, de cada 10 árboles, 8 presentan estos diámetros.

Tabla 05. Comparación de las características de los rasgos funcionales de las especies de los árboles del bosque de montaña que favorecen la estrategia de conservación de especies a los riesgos ambientales, BRUNAS, Tingo María 2018.

Características	Especies	Nº	Media	DM*	DEE**	IC _{95%}		t	gl	p valor
						Li	Ls			
Densidad (g/cm ³)	Conservativas	345	0,67	0,24	0,01	0,23	0,25	40,8	516	0,000
	Adaptativas	173	0,43							
Diámetro (cm)	Conservativas	345	21,34	6,74	1,32	4,14	9,34	5,1	516	0,000
	Adaptativas	173	28,08							
Altura (m)	Conservativas	345	17,55	1,35	0,48	0,41	2,29	2,8	516	0,005
	Adaptativas	173	18,90							

Fuente: Base de datos Chave et al. (2005), Zanne et al. (2009) y Baker et al. (2004^a)

DM: diferencia de medias

DEE: diferencia de error estándar

IC: intervalo de confianza

La DM promedio de 345 árboles de estrategia de especies conservativas fue 0,67 g/cm³, y de las 173 especies adaptativas 0,43 g/cm³; la diferencias de medias fue 0,24±0,01g/cm³, en posteriores estudios similares la diferencia de medias estará comprendido entre 0,23 a 0,25 g/cm³ (Tabla 05).

Para el rasgo funcional Dap, el promedio de las 345 especies conservativas fue 21,34 cm, y de las 173 especies adaptativas 28,08 cm; la diferencia de medias fue 6,74 ±1,32 cm, en posteriores estudios similares la diferencia de medias estará comprendido entre 4,14 a 9,34 cm. En cambio, el rasgo funcional Hmax promedio de los 345 árboles comprendidos en la estrategia de especies conservativas fue 17,55 m, y de las 173 especies adaptativas 18,90 m; la diferencia de medias fue 1,35 ± 0,48 m, en

posteriores estudios similares la diferencia de medias estará comprendido entre 2,29 a 2,8 m (Tabla 05).

Esta diferencia de medias del rasgo funcional DM, Hmax y Dap, se contrastó con la prueba t de student para muestras independientes, la t obtenida para DM, fue 40,8 y p valor 0,000 (p < 0,05); por lo que, con una probabilidad de error de 0,0%, la densidad de la madera favorece a la estrategia de conservación de especies conservativas. En cambio, la t obtenida para Dap, fue 5,1 y p valor 0,000 (p < 0,05); por lo que, con una probabilidad de error de 0,0%, el diámetro del fuste del árbol, favorece a la estrategia de conservación de la especies adaptativas, mientras tanto está en proceso de maduración las especies conservativas. Finalmente, la t obtenida para Hmax, fue 2,8

y p valor 0,005 ($p < 0,05$); por lo que con una probabilidad de error de 0,5%, la altura del árbol, favorece a la estrategia de conservación de las especies adaptativas, mientras está en proceso de maduración las especies conservativas.

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En ecosistemas de bosque de montaña de Tingo María-Perú, a 875 msnm, en una parcela permanente de medición de una hectárea se ha registrado 518 árboles, distribuido en 116 especies, 38 familias y 93 género, estos indicadores de biodiversidad varía con otros ecosistemas de bosque la Amazonía peruana, tal como reporta Roeder (2004) en un bosque de terrazas del Alto Mayo – San Martín a 870 msnm, encuentra 33 familias, 61 géneros, 131 especies y 552 individuos; en cambio, Perea (2005), en el Parque Nacional Yanachaga – Chemillen, Departamento de Pasco, a 3200 msnm, contabilizó 542 individuos, 40 especies, 20 géneros y 18 familias.

Esta variación en número de especies, familias, géneros y número de individuos por ecosistema de montaña, obedece a que las especies pueden ser raras por diferentes razones: pueden ocurrir solamente en ciertos hábitats (condiciones de hábitat); pueden localizarse en pequeñas áreas (rango geográfico) y pueden tener una abundancia muy baja (tamaño de la población). En cambio, Hubbell y Foster (1986) consideran que la especialización con respecto a las condiciones de hábitat, son necesidades específicas para una regeneración exitosa. Además, diversas investigaciones señalan que existe influencia de los factores ambientales y la edad de los ecosistemas en sucesión ecológica, para la diversidad de especies.

Contrastando el estudio con otras investigaciones, señalan que la diversidad de estos bosques disminuye al incrementar la elevación por encima de los 1 500 msnm., debajo de este límite, los bosques montanos son tan diversos como los de tierras bajas y

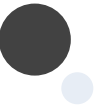
presentan patrones de composición florística similares a éstos (Gentry, 1995).

En el bosque de montaña del BRUNAS de 518 árboles, el 66,6% se agrupan en la estrategia de especies conservativas; mientras que, el 33,4% de los árboles son especies de la estrategia adaptativa. Al analizar por grupo de densidad básica; el 51,9% presentan alta densidad básica; y el 35,3% tiene densidad básica media y 4,1% densidad muy alta, encontrando que el 91,3% de árboles, se encuentran en la densidad media, alta y muy alta; es decir, de cada 10 árboles, 9 presentan 0,61 a $> 0,75 \text{ g/cm}^3$ de densidad.

Estos indicadores muestran que en el bosque de montaña del BRUNAS, hay mayor presencia de especies de madera dura (densidad alta y muy alta) que corresponden a la estrategia de especies conservativas, lo que significa que el bosque se encuentra en una fase de sucesión madura, con presencia significativa (33,4%) de especies adaptativas (maderas blancas), que disminuirá a medida que aumenta la edad de la sucesión.

Al respecto, las investigaciones señalan la presencia de especies adaptativas y conservativas, está asociada a la estrategias de adquisición de luz por parte de las especies arbóreas en el contexto de hipótesis de la DE, conocida como “espectro de la economía de la madera” (Chave et al. 2009), se espera que las especies de árboles que se establecen y persistan en los primeros estadios sucesionales, en promedio son maderas blancas, las cuales serían reemplazadas por especies de maderas duras a medida que avanza la sucesión.

Bajo esta teoría Vanesa (2013) al evaluar DM en 4 tipos de bosque en sucesión, encontró el promedio de DM aumentó de manera asintótica con la edad del abandono hacia los valores observados en los bosques maduros; además, el promedio de DM de los bosques secundarios de mayor edad fue aún menor que en los bosques maduros. Ruiz (2013), refiere que la



densidad de madera influye en la cantidad de carbono fijado y está inversamente relacionada a la tasa de crecimiento, mortalidad y tiempo de reproducción, especies con baja densidad de madera son por lo general especies oportunistas de claros en el bosque, de crecimiento rápido, con menor resistencia mecánica y a menudo de gran estatura (Zanne, 2009).

Resultados que concuerda con lo encontrado en el presente estudio del BRUNAS, donde se ha determinado la presencia de árboles de mayor diámetro y altura que favorecen a la estrategia de conservación de la especies adaptativas (madera de densidad baja), mientras las especies conservativas (madera de densidad alta) están en proceso de maduración y ganan la dominancia del dosel alto.

Bermeo (2010), cita las especies de maderas blandas (DM baja) tienden a ser de crecimiento rápido y corta vida (estrategia adquisitiva), especies de maderas duras son especies que almacenan asimilando fotosintéticos en estructuras de larga vida, como los tallos y raíces, por eso crecen poco pero permanecen vivas más tiempo (estrategia conservativa).

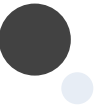
En esta investigación en ecosistemas de bosque de montaña del BRUNAS, se ha determinado en el rasgo funcional Hmax, de 518 árboles, el 91,7% se encuentran en el estrato arbóreo medio, 7,3%, arbóreo superior y 1,0% emergente; por lo que el 99% están entre 5-34,9 m de altura; es decir, de cada 10 árboles, 9 están en este estrato arbóreo. Al respecto, Cardoza (2011), encontró el 71,4 % de las especies pertenecieron al estrato arbóreo medio, le siguieron el arbóreo superior (19,1%) y emergente (9,5%). En cambio (Salgado, 2007), determinó 53% de las especies pertenecieron al estrato arbóreo medio, le siguieron el estrato emergente (18%), arbóreo superior (17%) y arbóreo inferior (12%).

En este estudio en el rasgo funcional Dap, el 53,9% se encuentran entre 10-20 cm de

Dap, y 26,3% están entre 20-30 cm de Dap, disminuyendo mientras incrementa el Dap del árbol, resultando un 80,1% árboles fluctúan entre 10-30 cm de Dap; es decir, de cada 10 árboles, 8 presentan estos diámetros. Esta presencia mayor en el rango de diámetros menores, es indicador de regeneración abundante dentro del bosque de montaña del BRUNAS, diversidad de especies y un alto grado de complejidad ecosistémico. Resultados que corroboran al patrón típico de los bosques tropicales de "J" invertida (Riveras, 2007 y Cardoza, 2006).

Además, la estructura disetanea del bosque, es considerada como la mejor garantía de la supervivencia, toda vez que los individuos de diámetros superiores mueren ocasionalmente y son sustituidos por individuos de las categorías diamétricas inferiores (Roider, 2004).). En cambio, Cardoza (2011) señala que la estrategia adquisitiva de las especies heliófitas efímeras y durables tiene la alta capacidad para colonizar áreas perturbadas en bosques jóvenes secundarios.

Roider (2004), para bosques de terraza de Huascayacu - Alto Mayo, San Martín, a 870msnm, reporta de 412 árboles en una parcela de 1ha, el 64,56% concentra en la clase diamétrica 10-19,9cm y 19% entre 20-29,9 cm, a diferencia que en la clase diamétrica 60-120 cm, sólo encontró 4 individuos; sin embargo, indica que el número de individuos hallados, en más bajo que de bosque de montano. Concluye, que la alta diversidad alfa está asociada con baja estacionalidad de precipitación, zonas con estacionalidad marcada presentan menor diversidad de especies.



CONCLUSION

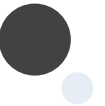
De 518 de árboles de bosques de montaña del Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, a 875 msnm, según el rasgo funcional densidad básica de la madera, el 66,6% pertenecen al grupo de especies de la estrategia conservativa, mientras 33,4% son especies de la estrategia adaptativa; es decir, de cada 10 árboles, 6,6 pertenecen a esta estrategia de especies.

En el rasgo funcional altura total del árbol, el 91,7% pertenecen al estrato arbóreo medio, 7,3% corresponden al estrato arbóreo superior; 1,0% estrato emergente, por lo tanto un 99% están entre 5 a 34,9 m de altura; es decir, de cada 10 árboles, 9 tienen esta altura.

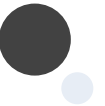
Según rasgo funcional diámetro del fuste del árbol, según la distribución por clase diamétrica, el 53,9% se encuentran entre 10-20 cm de Dap y 26,3% entre 20-30 cm de Dap, en un 80,1% de árboles fluctúan entre 10 a 30 cm de Dap; es decir, de cada 10 árboles, 8 presentan estos diámetros.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alpízar, E. (2008). Vulnerabilidad de flora y fauna ante cambio climático. *Ambientico*. No. 172. 13 p.
- Anderson, E.P., Marengo, J., Villalba, R., Halloy, S., Young, B., Cordero, D., Gast, F., Jaimes, E., Ruiz, D. (2011). Consequences of climate change for ecosystems and ecosystem services in the tropical Andes. En: Herzog, S.K., Martínez, R., Jørgensen, P.M., Tiessen, H. (eds.). *Climate change and biodiversity in the tropical Andes*, pp. 1-18. Inter-American Institute for Global Change Research (IAI) and Scientific Committee on Problems of the Environment (SCOPE). Disponible en: http://www.iai.int/index.php?option=com_content&view=article&id=24&Itemid=73
- Aróstegui, A. (2006). Recopilación y análisis de estudios tecnológicos de madera peruana. Proyecto PNUD/FAO/PERU/81/002. Documento de trabajo N°2. Lima, Peru. 24 p.
- Baker, T.R, Phillips, O.L., Malhi, Y, Almeida, S., Arroyo, L., Di Fior E, A., Killeen, T., Laurance, S. (2004^a). Increasing biomass in Amazonian forest plots. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London Series B* 359, 353- 365 p. Recuperado de (<http://datadryad.org/handle/10255/dryad.235>, documento, 27 jun. 2016).
- Balvanera, P. (2012). Los servicios ecosistémicos que ofrecen los bosques tropicales. *Ecosistemas* 21(1-2):136-147.
- Bermeo, E.D. (2010). Determinación y caracterización de tipos funcionales de plantas (TFPs) en bosques secundarios dentro de un gradiente altitudinal y su relación con variables. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Turrialba, Costa Rica. 118p.
- Bush, M.B., Hanselman, J.A., Hooghiemstra, H. (2007). Andean montane forests and climate change. En: Bush, M.B., Flenley, J. (eds.). *Tropical rainforest response to climatic change*. pp. 59-79. Springer, Berlin, Heidelberg, Germany.
- Brown, A.D., Pacheco, S., Lomáscolo, T., Malizia, L.R. (2006). Situación ambiental de los Bosques Andinos Yungueños. En: Brown, A., Martínez Ortiz, U., Acerbi, M., Corcuera, J. (eds.). *La situación ambiental argentina 2005*, pp. 53-61, Fundación Vida Silvestre Argentina, Buenos Aires, Argentina.
- Cardoza, R.F.S. (2011). Diversidad y composición florística y funcional de los bosques del Parque Nacional Monte Cristo, El Salvador. Centro Agronómico Tropical



- de Investigación y Enseñanza. Turrialba, Costa Rica.
- Cox, P.M., Betts, R.A., Collins, M., Harris, P.P., Huntingford, C., Jones, C.D. (2004). Amazonian forest dieback under climate-carbon cycle projections for the 21st century. *Theoretical and Applied Climatology* 78: 137-156.
- Cuesta, F.; Peralvo, M; Ganzenmüller, A. (2008). Posibles efectos del calentamiento global sobre el nicho climático de algunas especies en los Andes Tropicales. *Páramo y Cambio Climático. Grupo de Trabajo en Páramos del Ecuador/ EcoCiencia. Serie Páramo no.23.*
- Chave, J., Coomes, D., Jansen, S., Lewis, S. L., Swenson, N. G., & Zanne, A. E. (2009). Towards a worldwide wood economics spectrum. *Ecology letters*, 12(4), 351-366
- Chave, J.; Muller-Landau, H; Baker, T; Easdale, T. (2006). Regional and phylogenetic variation of wood density across 2456 neotropical tree. *Ecological Applications*, 16(6): 2356–2367.
- Chave, J. (2005). Medición de la altura del árbol, para árboles tropicales. *Manuel de campo. Pan – Amazonía. Proyecto de avance de las Redes Científica en la Amazonía. Lab. Evolution et Diversité Biologique. Université Paul Sabatier. 31000 Toulouse, France. Disponible: [http://www.rainfor.org/upload/ManualsSpanish/TreeHeight_spanish\[1\].pdf](http://www.rainfor.org/upload/ManualsSpanish/TreeHeight_spanish[1].pdf).*
- Chave, J., C. Andalo, S. Brown, M.A. Cairns, J.Q. Chambers, J.Q. Eamus, D. Fohlster, F. Fromard, N. Higuchi, T. Kira, J.P. Lescure, B.W. Nelson, H. Ogawa, H. Puig, B. Riera y T. Yamakura. (2005). Tree allometry and improved estimation of carbon stocks and balance in tropical forests. *Oecologia* 145: 87–99.
- Díaz, S.; Fargione, J; Chapin, F; Tilman, D. (2006). Biodiversity Loss Threatens Human Well-Being. *Plos Biology* 4 (8):1300-1305.
- Díaz, S. & M. Cabido. (2001). Vive la différence: plant functional diversity matters to ecosystem processes. *Ecology & Evolution* 16(11): 646 – 645.
- Finnegan, B.; Camacho, M; Zamora, N. (1999). Diameter increment patterns among 106 tree species in a logged and silviculturally treated Costa Rican rain forest. *Forest Ecology and Management* 121:159-176
- Fischlin, A.; Midgley, GF; Price, JT; Leemans, R; Gopal, B; Turley, C; Rounsevell, MD; Dube, OP; Tarazona, J; Velichko, AA. (2007). Ecosystem, their properties, good, and services. *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability, Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Eds. Parry, ML; Canziani, OF; Palutikof, PJ; van der Linden, PJ; Hanson, CE: Cambridge Unisersity Press, Cambridge, UK, 211-272.*
- Foster, P. (2002). The potential negative impacts of global climate change on tropical montane cloud forests. *Earth-Science Reviews* 55(1-2): 73-106
- Gentry, A.H. Patterns of diversity and floristic composition in neotropical montane forests. Pp 103-126 en H. Churchill S. P. B., E. Forero y J. L. Luteyn (Eds.). (1993). *Neotropical Montane Forest Biodiversity and Conservation Symposium Bronx,N.Y., USA). Biodiversity and conservation of neotropical montane forests: Proceedings. New York Botanical Garden, Bronx, New York, USA.*
- Holt, R.D. (1990). The microevolutionary consequences of climate change. *Trends in Ecology and Evolution* 5:311-315.



- Hubbell, S.; Foster, R. (1986). Biology, chance, and history and the structure of tropical tree conservation. En Diamond, J.; Case T. (Eds). Community Ecology. 314-329 p. Harper and Row, USA.
- Kohler, P.; Ditzer, T; Huth, A. (2000). Concepts for the aggregation of tropical tree species into functional types and the application to Sabah's lowland rain forests. *Journal of Tropical Ecology* 16:591-602
- Kühner, A.; Kleyer, M. 2008. A parsimonious combination of functional traits predicting plant response to disturbance and soil fertility. *Journal of Vegetation Science* 19(5):681-692
- Kühner, A.; Kleyer, M. (2008). A parsimonious combination of functional traits predicting plant response to disturbance and soil fertility. *Journal of Vegetation Science* 19(5):681-692. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3170/2008-8-18436>
- Matesanz, S.; Gianoli, E; Valladares, F. (2010). Global change and the evolution of phenotypic plasticity in plants. *Annals of the New York Academy of Sciences* 1206(1):35-55. Disponible en <http://dx.doi.org/10.1111/j.1749-6632.2010.05704.x>
- McCarthy, J.J., Canziani, O.F., Leary, N.A., Dokken, D.J., White, K.S. (eds.). (2001). Climate change 2001: impacts, adaptation and vulnerability. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Nepstad, D.C., Stickler, C.M., Soares-Filho, B. Merry, F. (2008). Interactions among Amazon land use, forests and climate: prospects for a near-term forest tipping point. *Philosophical Transactions of the Royal Society B* 363(1498), 1737-1746.
- Nina Q.A. 2014. Composición, estructura y regeneración arbórea en dos parcelas permanentes del bosque nublado - Parque Nacional del Manu-Paucartambo – Cusco.
- Olson, D.M., Dinerstein, E. (1997). Global 200: conserving the world's distinctive ecoregions. Science Program WWFUS. Washington, USA.
- Parmesan, C. (1996). Climate and species range. *Nature* 382:765–766
- Parmesan, C; Yohe, G. (2003). A globally coherent fingerprint of climate change impacts across natural systems. *Nature* 421: 37-42.
- Pennington, R.T., Lavin, M., Särkinen, T., Lewis, G.P., Klitgaard, B.B., Hughes, C.E. (2010). Contrasting plant diversification histories within the Andean biodiversity hotspot. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 107:13783-13787.
- Perea, M. J.R. (2005). Composición y estructura de especies arbóreas de un bosque montano, en el Parque Nacional Yanachaga Chemillen, Oxampampa-Pasco-Perú. Universidad nacional de la Amazonía Peruana. Tesis para optar de Ingeniero Forestal. 81pp.
- Peterson, A.T; Sánchez, V; Soberon, J; Bartley, J; Buddemeier, RW; Navarro, AG. (2001). Effects of global climate change on geographic distributions of Mexican Cracidae. *Ecological Modelling* 144:21-30.
- Poorter, L.; Bongers, L; Bongers, F. (2006). Architecture of 54 moist-forest tree species: traits, trade-offs, and functional groups. *Ecology* 87(5):1289–1301.
- Phillips, O.; Baker, T.; Feldpausch, T, and Brienens, R. (2016). RAINFOR anual de Campo para el Establecimiento y Remedición de Parcelas. Disponible: http://www.rainfor.org/upload/ManualsSpanish/Manual/RAINFOR_field_manual_version2016_ES.pdf.



- Rivera, G. P. (2007). Composición florística y análisis de diversidad arbórea en una área de bosque montano en el Centro de Investigación Wayqecha, Kosñipata Cusco. Tesis Ing. Forestal. Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima, Perú .111 p.
- Roeder, S. M. (2004). Diversidad y Composición Florística de un área de Bosque de Terrazas en la Comunidad Nativa Aguaruna Huascayacu, en el Alto Mayo, San Martín – Perú. Tesis Ing. Forestal. Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima, Perú.177p.
- Ruiz, O.E.C. (2013). Impacto potencial del cambio climático en bosques de un gradiente altitudinal a través de rasgos funcionales. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Turrialba, Costa Rica. 81pp.
- Salgado, N.B. (2007). Definición de tipos funcionales de especies arbóreas y caracterización de su respuesta a diferentes intensidades de perturbación en un bosque muy húmedo tropical mesoamericano. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Turrialba, Costa Rica. 136 pp.
- Ureta, M. (2009). Diferencias Altitudinales de Contenido de Carbono y Biomasa Arbórea en el Parque Nacional Yanachaga Chemillén, Pasco-Perú. Tesis para optar el título de Biólogo. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann- Tacna 125 p.
- Vanesa, T.A. (2013). Sucesión y dimensiones ecológicas en bosques tropicales secundarias. Universidad Nacional Autónoma de México. Tesis para optar Grado de Maestra en Ciencias Biológicas. México. 99pp.
- Wilson, J.; Thompson, K.; Hodgson, J.G. (1999). Specific Leaf area and leaf dry matter content as alternative predictors of plant strategies. *New Phytol.* 143: 155-162.
- Zanne, A.E., Lopez, G., Coomes, D.A., ILLIC, J., Jansen, S., Lewis, S.L., Miller, R.B., Swenson, N.G., Wieman, M.C., Chave, J. (2009). *GlobalWoodDensityDatabase.xls*.

Correspondencia: Casiano Aguirre Escalante

Email: casiano.aviriri@gmail.com