

## Relationship between species diversity and biomass of evergreen broadleaf forests in the Central-Central Highlands

Anh T. Pham<sup>1</sup>, Hung T. Vu<sup>1</sup>, Hien T. T. Cao<sup>1</sup>, Dung T. Hoang<sup>2</sup>, Duc V. Viet<sup>1</sup>, & Hai H. Nguyen<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Faculty of Silviculture, Vietnam National University of Forestry, Ha Noi, Vietnam

<sup>2</sup>Faculty of Economics and Business Administration, Vietnam National University of Forestry, Ha Noi, Vietnam

### ARTICLE INFO

#### Research Paper

Received: November 08, 2021

Revised: February 07, 2022

Accepted: February 17, 2022

#### Keywords

Above-ground biomass

Central highlands

Phylogenetic diversity

Species diversity

Tropical evergreen forest

#### \*Corresponding author

Nguyen Hong Hai

Email: hainh@vnuf.edu.vn

### ABSTRACT

Species diversity and forest biomass represent the stability of the forest ecosystem in general and the evergreen broadleaf forest ecosystem, in particular. This study was carried out in three different geographical regions of the Central-Central Highlands region, namely Quang Binh, Thua Thien Hue and Gia Lai. The study used survey data of all small-diameter trees from 03 large size plots to study the relationship between species diversity, phylogenetic diversity, and above-ground biomass. The indices of species diversity, phylogenetic diversity and terrestrial biomass were calculated and compared statistically. The results showed that: (i) There was a significant difference in species diversity between the study plots; (ii) Phylogenetic clustering and overdispersion were found in the study plots; (iii) There was no significant correlation between species diversity and above-ground biomass in all three study plots. In brief, these results indicate that habitat factors have affected the diversity and phylogenetic diversity of the studied forest plant communities. In addition, future studies are needed in the direction of combining habitat factors such as climate, topography, and soil with forest succession stages to find out the correlations between biotic factors and infertile.

**Cited as:** Pham, A. T., Vu, H. T., Cao, H. T. T., Hoang, D. T., Viet, D. V., & Nguyen, H. H. (2022). Relationship between species diversity and biomass of evergreen broadleaf forests in the Central-Central Highlands. *The Journal of Agriculture and Development* 21(1), 65-73.

## Quan hệ giữa đa dạng loài và sinh khối của rừng lá rộng thường xanh ở miền Trung-Tây Nguyên

Phạm Thế Anh<sup>1</sup>, Vũ Tiến Hưng<sup>1</sup>, Cao Thị Thu Hiền<sup>1</sup>, Hoàng Thị Dung<sup>2</sup>, Vi Việt Đức<sup>1</sup> & Nguyễn Hồng Hải<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Khoa Lâm Học, Trường Đại Học Lâm Nghiệp, Hà Nội

<sup>2</sup>Khoa Kinh Tế và Quản Trị Kinh Doanh, Trường Đại Học Lâm Nghiệp, Hà Nội

### THÔNG TIN BÀI BÁO

#### Bài báo khoa học

Ngày nhận: 08/11/2021

Ngày chỉnh sửa: 07/02/2022

Ngày chấp nhận: 17/02/2022

#### Từ khóa

Miền Trung-Tây Nguyên  
Rừng lá rộng thường xanh  
Sinh khối trên mặt đất  
Tính đa dạng và đa dạng phát sinh loài

#### \*Tác giả liên hệ

Nguyễn Hồng Hải  
Email: hainh@vnuf.edu.vn

### TÓM TẮT

Tính đa dạng loài và sinh khối rừng biểu thị cho sự ổn định của hệ sinh thái rừng nói chung và hệ sinh thái rừng lá rộng thường xanh nói riêng. Nghiên cứu này được thực hiện trên ba vùng địa lý khác nhau của khu vực miền Trung-Tây Nguyên là Quảng Bình, Thừa Thiên Huế và Gia Lai. Nghiên cứu sử dụng dữ liệu điều tra toàn bộ cây thân gỗ có đường kính ngang ngực từ 2,5 cm trở lên trong 03 ô nghiên cứu có kích thước 2 ha (100 x 200 m) để nghiên cứu mối quan hệ giữa đa dạng loài, đa dạng phát sinh loài và sinh khối trên mặt đất. Các chỉ số đa dạng loài, đa dạng phát sinh loài và sinh khối trên mặt đất được xử lý và so sánh thống kê. Kết quả cho thấy: (i) Có sự khác nhau rõ rệt về đa dạng loài giữa các ô nghiên cứu; (ii) Đa dạng phát sinh loài bao gồm cả dạng cụm và dạng đều ở các ô nghiên cứu; (iii) Tương quan giữa tính đa dạng loài và sinh khối trên mặt đất ở mức yếu tới mức vừa. Kết quả này cho thấy: (i) Các yếu tố môi trường sống đã ảnh hưởng đến tính đa dạng và đa dạng phát sinh loài của quần xã thực vật rừng được nghiên cứu; (ii) Cần có các nghiên cứu bổ sung theo hướng kết hợp các yếu tố môi trường sống như khí hậu, địa hình, thổ nhưỡng với các giai đoạn diễn thế của rừng để tìm ra các mối tương quan giữa các yếu tố hữu sinh và vô sinh.

### 1. Đặt Vấn Đề

Các hoạt động của con người trực tiếp hoặc gián tiếp đã làm thay đổi hệ sinh thái rừng và chức năng của hệ sinh thái (Hooper & ctv., 2005), bao gồm sự nóng lên toàn cầu, mất và suy giảm đa dạng sinh học, tăng dân số, khai thác quá mức các nguồn tài nguyên thiên nhiên, ô nhiễm và phá rừng, trong đó có những vấn đề liên quan trực tiếp đến sự tồn tại của loài người. Trong một hệ sinh thái rừng, chức năng quan trọng nhất chính là sản lượng rừng và được xác định thông qua lượng sinh khối tăng trưởng hàng năm.

Có nhiều thí nghiệm về đa dạng sinh học cho thấy sinh khối cao hơn khi hệ sinh thái có tính đa dạng loài cao hơn (Loreau & Hector, 2001). Bên cạnh đó, cũng có nhiều nghiên cứu thực nghiệm cho thấy không có quan hệ hoặc quan hệ nghịch giữa tính đa dạng và sinh khối rừng. Bohn & Huth

(2017) nghiên cứu mối quan hệ giữa đa dạng loài và sinh khối của gần 300,000 lâm phần rừng các loại trên thế giới và kết luận rằng (i) sinh khối rừng trung bình không tăng cùng với đa dạng loài, (ii) biến động chủ yếu do cấu trúc của rừng.

Đa dạng phát sinh loài được coi là một công cụ dự báo cho tính ổn định của quần xã về năng suất sinh khối theo không gian và thời gian vì nó chứa đựng các thông tin bổ sung về loài (Gravel & ctv., 2012; Cadotte, 2015). Lasky & ctv. (2014) và Satdichanh & ctv. (2019) đã tìm thấy mối quan hệ chặt chẽ giữa đa dạng phát sinh loài và sinh khối trên mặt đất (AGB) ở những giai đoạn diễn thế sớm. Phát sinh loài dạng cụm cho thấy sự cùng tồn tại của các loài có quan hệ họ hàng gần gũi và cùng thích ứng với điều kiện môi trường. Trong khi, phát sinh loài dạng đều được cho là xuất hiện ở giai đoạn diễn thế muộn bởi vì sự chi phối của cạnh tranh loại trừ (Maire & ctv., 2012;

Purschke & ctv., 2013; Satdichanh & ctv., 2019).

Trong nghiên cứu này chúng tôi phân tích vai trò của đa dạng loài và sinh khối rừng tự nhiên lá rộng thường xanh ở khu vực miền Trung và Tây Nguyên. Chúng tôi sử dụng dữ liệu điều tra cây rừng từ cỡ đường kính nhỏ ( $D_{1,3} \geq 2,5$  cm) trên các ô tiêu chuẩn có diện tích 2 ha (100 x 200 m) để có thể quan sát được các quan hệ giữa đa dạng loài và sinh khối trên mặt đất trong quần xã. Cách tiếp cận này cho phép nghiên cứu ảnh hưởng của phân bố loài trong phạm vi một lâm phần một cách tương đối đầy đủ.

## 2. Vật Liệu và Phương Pháp Nghiên Cứu

### 2.1. Vật liệu, địa điểm nghiên cứu

Khu vực nghiên cứu thuộc Lâm trường Trường Sơn, tỉnh Quảng Bình (ô nghiên cứu - ONC 1). Khu vực này có khí hậu nhiệt đới gió mùa với nhiệt độ trung bình năm là 23,5°C. Lượng mưa trung bình năm là 3.000 mm, trong đó mùa mưa từ tháng 10 đến tháng 12, chiếm khoảng 60 – 70% lượng mưa cả năm, mùa khô kéo dài từ tháng ba đến tháng tám hàng năm. Độ cao địa hình khu vực nghiên cứu từ 134 đến 160 m và độ dốc trung bình khoảng 25°.

Ô nghiên cứu (ONC 2) được thiết lập trên kiểu rừng lá rộng thường xanh, thuộc huyện A Lưới, tỉnh Thừa Thiên Huế. Ở đây, nhiệt độ trung bình năm xấp xỉ 25°C. Trung bình một năm có 200 ngày mưa, với lượng mưa khoảng 3.500 mm. Mùa mưa kéo dài từ tháng 9 đến tháng 12 và chiếm 70 – 80% tổng lượng mưa hàng năm, mùa khô kéo dài từ tháng 1 đến tháng 8. Đất chủ yếu là ferralit vàng nhạt đến nâu vàng. Độ cao của khu vực nghiên cứu biến đổi từ 625 m đến 660 m so với mực nước biển và độ dốc trung bình là 25°.

Ô nghiên cứu (ONC 3) được thiết lập trên khu vực là rừng lá rộng thường xanh ẩm nhiệt đới với diện tích xấp xỉ 1.400 ha thuộc huyện Kbang, tỉnh Gia Lai. Từ năm 1980 đến nay, toàn bộ diện tích này được trạm thực nghiệm Kon Hà Nừng bảo vệ nghiêm ngặt phục vụ mục đích bảo tồn và nghiên cứu khoa học. Khu vực này có nhiệt độ trung bình năm là 23,6°C. Lượng mưa trung bình năm khoảng 2.042 mm. Mùa mưa kéo dài từ tháng 5 đến tháng 12 và chiếm 90% tổng lượng mưa hàng năm, mùa khô kéo dài từ tháng 1 đến tháng 4. Đất chủ yếu là đất nâu tím điển hình, đất đỏ vàng, đất đỏ vàng có tầng sét loang lổ và đất đỏ vàng trên đá sét và đá biến chất. Độ cao

so với mực nước biển xấp xỉ 700 m và độ dốc < 5°.

### 2.2. Phương pháp nghiên cứu

#### 2.2.1. Thu thập số liệu

Nghiên cứu đã thiết lập 03 ô nghiên cứu (ONC) tạm thời có diện tích 2 ha (100 m x 200 m). Ở Quảng Bình, ONC 1 có tọa độ 17°20,15' Bắc và 106°26,24' Đông; ở Thừa Thiên Huế, ONC 2 có tọa độ 16°08,35' Bắc và 107°16,68' Đông; và ở Gia Lai, ONC 3 có tọa độ 14°11,49' Bắc và 108°39,39' Đông.

Mỗi ONC được chia thành một hệ thống gồm 200 ô thứ cấp (10 m x 10 m). Trên cơ sở các ô thứ cấp, xác định được tên loài, đường kính ngang ngực ( $D_{1,3}$ ), tọa độ tương đối bằng thước đo khoảng cách (Leica Disto D5) và la bàn cho tất cả các cây thân gỗ có đường kính ngang ngực tại vị trí 1,3 m  $\geq$  2,5 cm.

#### 2.2.2. Phân tích số liệu

##### Sinh khối và đa dạng loài

Sinh khối trên mặt đất (AGB) được ước lượng thông qua công thức của Bao (2009) cho rừng lá rộng thường xanh:  $AGB = 0.2626 \times DBH^{2,3955}$  trong đó: DBH là đường kính ngang ngực (cm).

Chúng tôi sử dụng các chỉ số mô tả đa dạng loài gồm: Số loài, Shannon (H), Simpson (D), độ đồng đều Pielou (J') và độ phong phú loài Margalef (d) (Magurran, 1988). Độ nhiều: số loài được phát hiện trong mỗi phân ô. Chỉ số ưu thế Simpson là sự kết hợp của độ phong phú loài và mức độ đồng đều. Chỉ số Shannon nhạy hơn chỉ số Simpson đối với các loài hiếm gặp (Heip & ctv., 1998). *Chỉ số ưu thế loài Simpson (1-D)*: được sử dụng để đánh giá sự đa dạng về số lượng loài của một quần xã. Chỉ số D được tính theo công thức:

$$1 - D = 1 - \sum_{i=1}^S P_i^2 = 1 - \sum_{i=1}^S \left(\frac{n_i}{N}\right)^2$$

Trong đó: S- Số loài cây bắt gặp; N- Tổng số cá thể của các loài cây;  $P_i$ - là độ nhiều tương đối của loài thứ i;  $P_i = \frac{n_i}{N}$  với  $n_i$  là số cá thể của loài thứ i (  $i = 1 \div S$  ).

*Chỉ số đa dạng loài Shannon – Weiner (H')*: được sử dụng để đo đặc tính đa dạng về số loài

cây gỗ cho từng trạng thái rừng. Chỉ số  $H'$  được tính theo công thức:

$$H' = - \sum [(n_i/N) * \log(n_i/N)]$$

Trong đó: N- Tổng số cây trong ô tiêu chuẩn;  
ni: Số cây của loài thứ i.

$$\text{Chỉ số đồng đều Pielou } (J'): J' = \frac{H'}{\ln S}$$

Trong đó:  $H'$  là chỉ số đa dạng Shannon-Weiner,  
S: số loài.

Chỉ số độ phong phú loài Margalef ( $d$ ):

$$d = (S-1)/\log N$$

Các chỉ số đa dạng loài được tính cho từng phân ô trong mỗi ô tiêu chuẩn thông qua phần mềm PAST 3.25 (PALEontological Statistics, <https://folk.uio.no/ohammer/past/>).

Để so sánh mức độ đa dạng giữa các ONC, nghiên cứu tiến hành so sánh các chỉ số đa dạng (độ phong phú, độ nhiều, Shannon – Wiener, Simpson và độ đồng đều) bằng tiêu chuẩn phi tham số Kruskal - Wallis thông qua phần mềm SPSS 12.

### Cấu trúc và đa dạng phát sinh loài

Tên loài cây được chuẩn hóa thông qua ứng dụng trực tuyến Taxonomic name resolution service v4.0 (Boyle & ctv., 2013) tại địa chỉ <http://tnrs.iplantcollaborative.org>. Sau đó danh sách loài cây được đối chiếu với cây phân loại APG IV - Angiosperm Phylogeny Group (R20160415.new, Gastauer & Meira Neto (2017) tại địa chỉ <http://phylodiversity.net/phyloomatic/>. Để đánh giá cấu trúc đa dạng phát sinh loài, chúng tôi sử dụng các chỉ số: Khoảng cách phát sinh loài trung bình - Mean Phylogenetic Distance (MPD); Chỉ số quan hệ thuần - Net Related Index (NRI); Chỉ số phân loại thuần - Net nearest taxon index (NTI); Khoảng cách phát sinh loài - Phylogenetic Distance (PD); Dp- Rao's đa dạng phát sinh loài - Diversity phylogeny (Dp); Khoảng cách phân loại trung bình-Mean nearest taxon distance (MNTD) được tính toán thông qua phần mềm Phylocom 4.2 (Webb & ctv., 2008)

PD cho biết tổng độ dài của các nhánh trong cây phát sinh loài của quần xã (Faith, 1992), Dp là chỉ số Rao bậc hai được tính thông qua khoảng cách phát sinh của các cặp loài cây (Champely & Chessel, 2002).

NRI và NTI được tính bởi công thức:

$$NRI = -\left(\frac{MPD_{obs}-MPD_{rd}}{sdMPD_{rd}}\right)$$

$$NTI = -\left(\frac{MNTD_{obs}-MNTD_{rd}}{sdMNTD_{rd}}\right)$$

Trong đó:

$MPD_{obs}$ : giá trị thực nghiệm;  $MPD_{rd}$ : giá trị kỳ vọng và  $sdMPD_{rd}$ : độ lệch chuẩn của khoảng cách phát sinh loài trung bình;  $MNTD_{obs}$ : giá trị thực nghiệm;  $MNTD_{rd}$ : giá trị kỳ vọng và  $sdMNTD_{rd}$ : độ lệch chuẩn của khoảng cách phân loại trung bình.

Giá trị NRI và NTI > 0 cho biết phát sinh loài dạng cụm, giá trị NRI và NTI < 0 cho biết phát sinh loài dạng đều.

### Quan hệ giữa sinh khối trên mặt đất (AGB) với đa dạng loài

Sinh khối trên mặt đất (AGB) là biến phụ thuộc (Y). Các biến độc lập (Xi) bao gồm độ nhiều, độ phong phú, chỉ số Shannon - Wiener, chỉ số Simpson và độ đồng đều.

Trong nghiên cứu này giả thiết quan hệ giữa biến Y với các biến độc lập là theo dạng tuyến tính nhiều lớp, phương trình như sau:

$$Y = a_0 + a_1.X_1 + a_2.X_2 + a_3.X_3 + \dots + a_k.X_k$$

Trong đó:

Y là biến phụ thuộc

$X_i$  là các biến độc lập

Hệ số  $a_i$  nào có mức ý nghĩa p-value < 0,05 thì hệ số đó tồn tại (nghĩa là biến số độc lập tương ứng có ảnh hưởng rõ đến biến phụ thuộc) và ngược lại.

Trong trường hợp biến độc lập không ảnh hưởng đến biến phụ thuộc thì sẽ bị loại ra khỏi phương trình tính quan hệ giữa nhân tố điều tra với các nhân tố sinh thái.

Trong nghiên cứu này sẽ sử dụng phương pháp loại trừ từng bước (backward selection), nghĩa là tất cả các biến độc lập sẽ được đưa vào mô hình, sau đó, các biến độc lập không có ảnh hưởng đáng kể tới biến phụ thuộc sẽ lần lượt loại khỏi mô hình, mô hình cuối cùng sẽ là mô hình được chọn và các biến độc lập trong mô hình có ảnh hưởng tới biến phụ thuộc.

**Bảng 1.** Các đặc trưng cấu trúc và đa dạng loài của 3 lâm phần (Trung bình ± độ lệch chuẩn)

Đặc trưng	Quảng Bình (ONC 1)	Thừa Thiên Huế (ONC 2)	Gia Lai (ONC 3)
<b>Đặc điểm lâm phần</b>			
Số loài (loài)	63	82	98
Mật độ (cây/ha)	1.968	1.577	1.727
Chiều cao (m)	7,09	8,38	11,55
Dường kính (cm)	8,74	13,44	12,15
Tiết diện ngang (m <sup>2</sup> /ha)	23,62 ± 0,17	34,08 ± 0,33	40,79 ± 0,36
AGB (tấn/ha)	93,05 ± 0,93	209,03 ± 0,82	179,76 ± 0,89
<b>Chỉ số đa dạng loài</b>			
Độ nhiều	11,39 ± 0,17	8,65 ± 0,23	12,46 ± 0,22
Độ phong phú	19,68 ± 0,37	15,77 ± 0,56	17,27 ± 0,33
Shannon - Wiener	2,22 ± 0,03	1,91 ± 0,03	2,39 ± 0,02
Simpson	0,87 ± 0,03	0,81 ± 0,005	0,89 ± 0,003
Độ đồng đều	0,86 ± 0,01	0,85 ± 0,01	0,91 ± 0,003

ONC: Ô nghiên cứu.

**Bảng 2.** Trị số xếp giữa của 3 ONC theo 5 chỉ số đa dạng

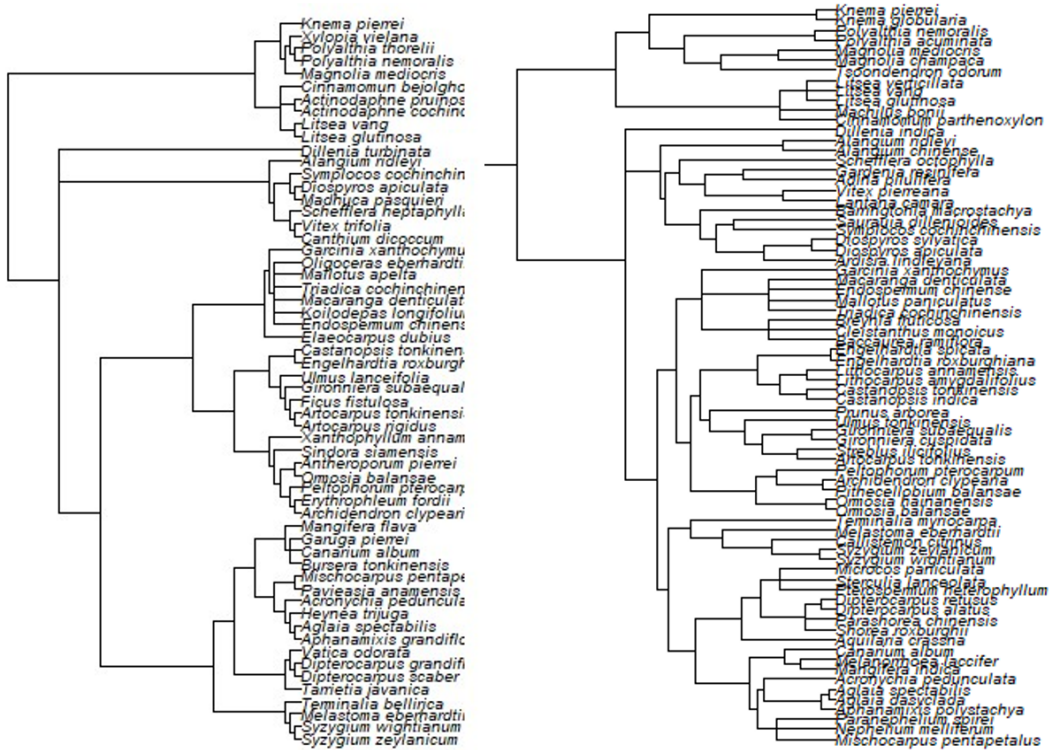
Chỉ số đa dạng	$\chi^2$	Sig.	Trị số xếp hạng		
			ONC 1	ONC 2	ONC 3
Số loài	137,97	0,000	332,27	382,14	187,09
Độ phong phú	44,42	0,000	361,99	291,97	247,54
Shannon – Wiener	181,57	0,000	321,33	405,48	174,70
Simpson	199,03	0,000	313,36	415,84	172,30
Độ đồng đều	68,72	0,000	255,37	383,36	262,78

ONC: Ô nghiên cứu.

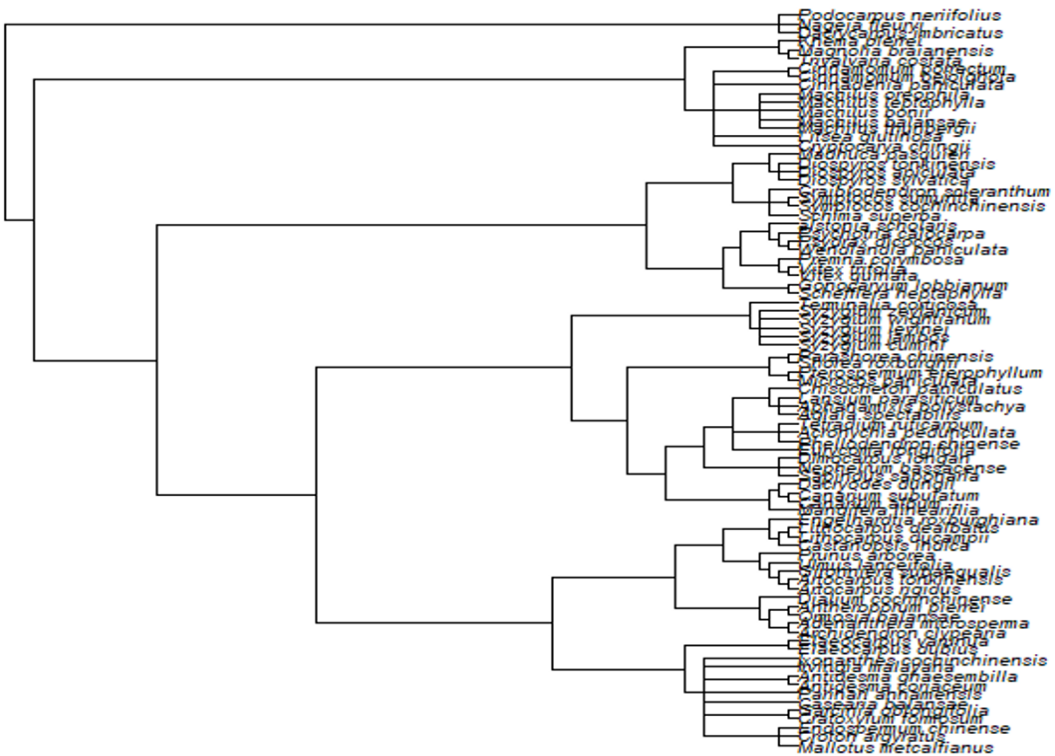
**Bảng 3.** Các đặc trưng cấu trúc và đa dạng phát sinh loài của 3 lâm phần

Đặc trưng	ONC 1	ONC 2	ONC 3
Độ nhiều	58	73	82
Khoảng cách phát sinh loài trung bình	25,32	25,54	26,82
Chỉ số quan hệ thuần	-0,99	2,24	0,06
Chỉ số phân loại thuần	-0,99	-0,39	0,88
Khoảng cách phân loại trung bình	6,44	5,01	5,43
Khoảng cách phát sinh loài	307,00	335,00	390,00
Rao's đa dạng phát sinh loài	11,53	11,93	12,68

ONC: Ô nghiên cứu.



**Hình 2.** Cây phát sinh loài của lâm phần ở Quảng Bình (Ô nghiên cứu 1) và Thừa Thiên Huế (Ô nghiên cứu 2).



**Hình 3.** Cây phát sinh loài của lâm phần ở Gia Lai (Ô nghiên cứu 3) (tiếp theo).

### 3. Kết Quả và Thảo Luận

#### 3.1. Cấu trúc và đa dạng loài của quần xã

Kết quả Bảng 1 cho thấy: Mật độ lâm phần dao động từ 1.577 cây/ha cây đến 1.968 cây/ha. Đường kính trung bình dao động từ 8,74 cm đến 13,44 cm, chiều cao trung bình nằm trong khoảng từ 7,09 m đến 11,55 m, tổng tiết diện ngang lâm phần từ  $23,62 \pm 0,17 \text{ m}^2/\text{ha}$  đến  $40,79 \pm 0,36 \text{ m}^2/\text{ha}$ . Giá trị AGB nằm trong khoảng từ  $93,05 \pm 0,93 \text{ tấn/ha}$  đến  $209,03 \pm 0,82 \text{ tấn/ha}$ .

Đa dạng loài cây có sự khác biệt nhiều giữa các lâm phần. Giá trị số loài, độ phong phú, chỉ số đa dạng Shannon - Wiener, chỉ số đa dạng Simpson và độ đồng đều thấp nhất là ở Thừa Thiên Huế với giá trị của các chỉ số này lần lượt là  $8,65 \pm 0,23$ ;  $15,77 \pm 0,56$ ;  $1,91 \pm 0,03$ ;  $0,81 \pm 0,005$ ;  $0,85 \pm 0,01$ ; trong khi các giá trị này cao nhất là ở Gia Lai ( $12,46 \pm 0,22$ ;  $17,27 \pm 0,33$ ;  $2,39 \pm 0,02$ ;  $0,89 \pm 0,003$ ;  $0,91 \pm 0,003$ ) (Bảng 1).

Kết quả Bảng 2 cho thấy, giá trị  $\chi^2$  tính được của 5 chỉ số đa dạng dao động trong khoảng từ 44,42 đến 199,03, các giá trị Sig. tương ứng bằng 0,000, nhỏ hơn so với 0,05, điều này có nghĩa là các giá trị về chỉ số đa dạng giữa các ONC là khác nhau.

Dựa vào trị số xếp hạng giữa các ONC (Bảng 2) cho thấy, ONC 2 có trị số xếp hạng của các chỉ số đa dạng là độ nhiều, Shannon - Wiener, Simpson và độ đồng đều là cao hơn so với ONC 1 và ONC 3. Ngoài ra, kết quả Bảng 1 cũng cho thấy các giá trị về độ nhiều, Shannon - Wiener, Simpson và độ đồng đều của ONC 2 cũng cao hơn so với 2 ONC còn lại, như vậy có thể kết luận rằng ONC 2 đa dạng hơn so với ONC 1 và ONC 3. Tương tự, giá trị xếp hạng của các chỉ số đa dạng và các giá trị của các chỉ số đa dạng ở ONC 1 cao hơn so với ONC 3, như vậy mức độ đa dạng loài cây của ONC 1 cao hơn so với ONC 3. Trị số xếp hạng 5 chỉ số đa dạng và giá trị của các chỉ số đa dạng ở ONC 3 là nhỏ nhất, chứng tỏ mức độ đa dạng loài cây của ONC 3 nhỏ hơn so với ONC 1 và ONC 2.

#### 3.2. Cấu trúc và đa dạng phát sinh loài

Sau khi chuẩn hóa tên loài cây, ONC 1 gồm có 58 loài cây thuộc 58 chi và 32 họ khác nhau, các họ chiếm đa số bao gồm Euphorbiaceae, Fabaceae và Lauraceae. ONC 2 gồm 73 loài cây thuộc 59 chi và 37 họ khác nhau, mỗi họ chỉ gồm 1-2 loài

cây; quần xã thực vật rừng này có các loài cây ưa sáng chiếm ưu thế như trâm vồ đỏ (*Syzygium zeylanicum*), trâm trắng (*Syzygium wightianum*) và bời lời vàng (*Litsea vang*). ONC 3 bao gồm 82 loài, thuộc 67 chi và 42 họ khác nhau, phổ biến nhất là họ Lauraceae, Myrtaceae, Fabaceae và Meliaceae.

Kết quả trong Bảng 3 cho thấy, chỉ số đa dạng phát sinh loài Dp cũng minh chứng cho xu hướng giảm của độ nhiều của loài, Dp = 12,68 (ONC 3) và Dp = 11,53 (ONC 1). Giá trị MPD và PD cũng cho thấy xu hướng giảm của khoảng cách phát sinh từ ONC 3 (MPD = 26,82 và PD = 390) xuống ONC 1 (MPD = 25,32 và PD = 307).

ONC 1 có giá trị NRI < 0 và NTI < 0 cho biết phát sinh loài dạng đều (Bảng 3). Ngược lại, ONC 3 có giá trị NRI > 0 và NTI > 0 cho biết phát sinh loài dạng cụm. Ở ONC 2, giá trị NRI > 0 cho biết các loài trong quần xã có quan hệ phát sinh loài dạng cụm và giá trị NTI < 0 cho biết phát sinh loài dạng đều ở các phân nhánh của cây phát sinh loài. Khoảng cách phát sinh loài được minh họa thông qua giá trị MNTD, ONC 1 phát sinh loài dạng đều và có MNTD = 6,44, trong khi ONC 3 phát sinh loài dạng cụm và có MNTD = 5,43.

MPD- Khoảng cách phát sinh loài trung bình; NRI- Chỉ số quan hệ thuần; NTI - Chỉ số phân loại thuần; PD- Khoảng cách phát sinh loài; Dp- Rao's đa dạng phát sinh loài; MNTD- Khoảng cách phân loại trung bình.

Cây phát sinh chủng loại của 03 ONC được trình bày trong Hình 2 (ONC 1 và ONC 2) và Hình 3 (ONC 3)

#### 3.3. Quan hệ giữa sinh khối trên mặt đất (AGB) với đa dạng loài

Kết quả phân tích tương quan giữa sinh khối trên mặt đất và các chỉ số biểu diễn tính đa dạng loài cho thấy mối tương quan yếu đến vừa. Cụ thể, tại ONC 1 (Quảng Bình), AGB có mối tương quan với độ phong phú (d), số loài (S) và chỉ số Simpson (1-D), tuy nhiên mối quan hệ này ở mức yếu (R = 0,234). Tại ONC 2 (Thừa Thiên Huế), AGB chỉ có mối tương quan với số loài (S) và mối quan hệ này cũng ở mức yếu (R = 0,198). Tại ONC 3 (Gia Lai), AGB có mối tương quan với số loài (S), chỉ số Shannon-Wiener (H'), độ đồng đều (J'), mối quan hệ này ở mức vừa (R = 0,332).

Phương trình tương quan giữa sinh khối trên

mặt đất và các chỉ số biểu diễn tính đa dạng loài của các ONC cụ thể như sau:

$$\text{ONC 1: AGB} = -5405,27 - 227,60 * S + 90,12 * d + 8931,38 * (1-D)$$

$$\text{ONC 2: AGB} = -2980,94 + 821,60 * S$$

$$\text{ONC 3: AGB} = -1534971,81 + 341383,59 * S - 2233280,71 * H' + 3441230,14 * J'$$

Từ các phương trình tương quan cho thấy: AGB có mối tương quan thuận với số loài (S) ở cả 3 ONC. Biến độc lập là độ phong phú (d) và chỉ số Simpson (1-D) chỉ xuất hiện trong mối tương quan với AGB ở ONC 1 và đều có mối tương quan thuận với AGB. Tương tự, biến độc lập là chỉ số Shannon-Wiener (H') và độ đồng đều (J') xuất hiện trong mối tương quan với AGB ở ONC 3 và chỉ số Shannon-Wiener có mối tương quan nghịch với AGB, độ đồng đều có mối tương quan thuận với AGB.

Các yếu tố môi trường sống như ánh sáng, nhiệt độ, lượng mưa, loại đất và địa hình có vai trò quan trọng trong quá trình thích nghi và tồn tại của mỗi loài (Maire & ctv., 2012; Satdichanh & ctv., 2019). Nghiên cứu này được thực hiện trên 03 vùng địa lý khác nhau với các điều kiện môi trường khác nhau và đã chỉ ra sự khác nhau rõ rệt về tính đa dạng loài ở 03 ONC. Kết quả của nghiên cứu này là tìm ra minh chứng của phát sinh loài dạng đều và dạng cụm của các quần xã thực vật rừng.

Phát sinh loài dạng cụm cho thấy các yếu tố môi trường đã làm thay đổi tập hợp loài cây dẫn đến các loài cùng tồn tại có quan hệ phát sinh gần gũi với nhau hơn do cùng chia sẻ các điều kiện sống tương tự nhau (Burns & Strauss, 2011). Phát sinh loài dạng đều cho thấy quá trình tương tác có chọn lọc đã dẫn đến khoảng cách phát sinh loài đều hơn giữa các loài (Webb & ctv., 2002). Nghiên cứu này không phát hiện được mối tương quan chặt giữa sinh khối rừng và tính đa dạng loài của quần xã thực vật thân gỗ. Satdichanh & ctv. (2019) đã tìm ra mối tương quan chặt giữa đa dạng phát sinh loài với dinh dưỡng đất và độ cao địa hình khi nghiên cứu ở rừng thứ sinh trên núi khu vực Đông Nam Á. Vì thế, các nghiên cứu tiếp theo nên tìm hiểu mối quan hệ giữa sinh khối rừng với tính đa dạng loài giữa các giai đoạn diễn thế kết hợp phân tích ảnh hưởng của các yếu tố môi trường (Nguyen & ctv., 2020).

#### 4. Kết Luận

Nghiên cứu này được thực hiện trên ba vùng địa lý khác nhau ở miền Trung và Tây nguyên. Dựa vào dữ liệu điều tra trên các ô tiêu chuẩn có kích thước lớn, chúng tôi kết luận là (1) Giữa các ô nghiên cứu, đa dạng loài cây có sự khác biệt thống kê rõ ràng; (2) Đa dạng phát sinh loài bao gồm cả dạng cụm ở ONC 3- Gia Lai và dạng đều ở ONC 1- Quảng Bình, trong khi ONC 2-Thừa Thiên Huế cho kết quả chưa rõ ràng; (3) Tương quan giữa tính đa dạng loài và sinh khối trên mặt đất ở mức yếu tới mức vừa. Như vậy, các yếu tố vị trí địa lý đã ảnh hưởng đến tính đa dạng và đa dạng phát sinh loài của quần xã thực vật rừng được nghiên cứu. Do đó, cần có các nghiên cứu bổ sung theo hướng kết hợp các yếu tố môi trường sống như khí hậu, địa hình, thổ nhưỡng với các giai đoạn diễn thế của rừng để tìm ra các mối tương quan giữa các yếu tố hữu sinh và vô sinh.

#### Lời Cảm Ơn

Các tác giả không có bất kỳ mâu thuẫn nào.

#### Lời Cảm Ơn

Nghiên cứu này được tài trợ bởi Quỹ Phát triển khoa học và công nghệ Quốc gia (NAFOSTED) trong đề tài mã số 106.06-2019.307.

#### Tài Liệu Tham Khảo (References)

- Bao, H. (2009). Methodology for research on CO<sub>2</sub> sequestration in natural forests to join the program of reducing emissions from deforestation and degradation. *Science Technology Journal of Agriculture and Rural Development* 130, 85-91.
- Bohn, F. J., & Huth, A. (2017). The importance of forest structure to biodiversity-productivity relationships. *Royal Society Open Science* 4(1), 160521. <https://doi.org/10.1098/rsos.160521>.
- Boyle, B., Hopkins, N., Lu, Z., Raygoza Garay, J. A., Mozzherin, D., Rees, T., Matasci, N., Narro, M. L., Piel, W. H., Mckay, S. J., Lowry, S., Freeland, C., Peet, R. K., & Enquist, B. J. (2013). The taxonomic name resolution service: an online tool for automated standardization of plant names. *BMC bioinformatics* 14(1), 1-15. <https://doi.org/10.1186/1471-2105-14-16>.
- Burns, J. H., & Strauss, S. Y. (2011). More closely related species are more ecologically similar in an experimental test. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 108(13), 5302-5307. <https://doi.org/10.1073/pnas.1013003108>.
- Cadotte, M. W. (2015). Phylogenetic diversity-ecosystem function relationships are insensitive to phylogenetic



- edge lengths. *Functional Ecology* 29(5), 718-723. <https://doi.org/10.1111/1365-2435.12429>.
- Champely, S., & Chessel, D. (2002). Measuring biological diversity using Euclidean metrics. *Environmental and Ecological Statistics* 9(2), 167-177. <https://doi.org/10.1023/A:1015170104476>.
- Faith, D. P. (1992). Conservation evaluation and phylogenetic diversity. *Biological Conservation* 61(1), 1-10. [https://doi.org/10.1016/0006-3207\(92\)91201-3](https://doi.org/10.1016/0006-3207(92)91201-3).
- Gastauer, M., & Meira Neto, J. A. A. (2017). Updated angiosperm family tree for analyzing phylogenetic diversity and community structure. *Acta Botanica Brasiliica* 31(2), 191-198. <https://doi.org/10.1590/0102-33062016abb0306>.
- Gravel, D., Bell, T., Barbera, C., Combe, M., Pommier, T., & Mouquet, N. (2012). Phylogenetic constraints on ecosystem functioning. *Nature Communications* 3(1), 1-6. <https://doi.org/10.1038/ncomms2123>.
- Heip, C. H., Herman, P. M. J., & Soetaert, K. (1998). Indices of diversity and evenness. *Oecologia* 24(4), 61-88.
- Hooper, D. U., Chapin Iii, F. S., Ewel, J. J., Hector, A., Inchausti, P., Lavorel, S., Lawton, J. H., Lodge, D. M., Loreau, M., Naeem, S., Schmid, B., Setälä, H., Symstad, A. J., Vandermeer, J., & Wardle, D. A. (2005). Effects of biodiversity on ecosystem functioning: a consensus of current knowledge. *Ecological Monographs* 75(1), 3-35. <https://doi.org/10.1890/04-0922>.
- Lasky, J. R., Uriarte, M., Boukili, V. K., Erickson, D. L., John Kress, W., & Chazdon, R. L. (2014). The relationship between tree biodiversity and biomass dynamics changes with tropical forest succession. *Ecology Letters* 17(9), 1158-1167. <https://doi.org/10.1111/ele.12322>.
- Loreau, M., & Hector, A. (2001). Partitioning selection and complementarity in biodiversity experiments. *Nature* 412(6842), 72-76. <https://doi.org/10.1038/35083573>.
- Magurran, A. E. (1988). *Ecological diversity and its measurement*. New Jersey, USA: Princeton University Press.
- Maire, V., Gross, N., Borger, L., Proulx, R., Wirth, C., Pontes, L. da S., Soussana J. F., & Louault, F. (2012). Habitat filtering and niche differentiation jointly explain species relative abundance within grassland communities along fertility and disturbance gradients. *New Phytologist* 196(2), 497-509. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2012.04287.x>.
- Nguyen, H. H., Nguyen, T. T., Tran, B. Q., Petritan, A. M., Trinh, M. H., Cao, H. T. T., Pham, A. T., Vu, H. T., & Petrian, I. C. (2020). Changes in community composition of tropical evergreen forests during succession in Ta Dung National Park, Central Highlands of Vietnam. *Forests* 11(12), 1358. <https://doi.org/10.3390/f11121358>.
- Purschke, O., Schmid, B. C., Sykes, M. T., Poschlod, P., Michalski, S. G., Durka, W., Kuhn, I., Winter, M., & Prentice, H. C. (2013). Contrasting changes in taxonomic, phylogenetic and functional diversity during a long-term succession: insights into assembly processes. *Journal of Ecology* 101(4), 857-866. <https://doi.org/10.1111/1365-2745.12098>.
- Satdichanh, M., Ma, H., Yan, K., Dossa, G. G. O., Winowiecki, L., Vagen, T., Gassner, A., Xu, J., & Harrison, R. D. (2019). Phylogenetic diversity correlated with above-ground biomass production during forest succession: Evidence from tropical forests in Southeast Asia. *Journal of Ecology* 107(3), 1419-1432. <https://doi.org/10.1111/1365-2745.13112>.
- Webb, C. O., Ackerly, D. D., & Kembel, S. W. (2008). Phylocom: software for the analysis of phylogenetic community structure and trait evolution. *Bioinformatics* 24(18), 2098-2100. <https://doi.org/10.1093/bioinformatics/btn358>.
- Webb, C. O., Ackerly, D. D., McPeck M. A., & Donoghue M. J. (2002). Phylogenies and community ecology. *Annual Review of Ecology and Systematics* 33(1), 475-505.