

**Đa dạng loài cây gỗ và trữ lượng carbon trên mặt đất  
ở rừng tự nhiên tại Vườn quốc gia Phước Bình, tỉnh Ninh Thuận**

Nguyễn Minh Cảnh\*, Nguyễn Thị Minh Hải

Trường Đại học Nông Lâm Thành phố Hồ Chí Minh

**Tree species diversity and above-ground carbon stock  
in the natural forest of Phuoc Binh National Park, Ninh Thuan province**

Nguyen Minh Canh\*, Nguyen Thi Minh Hai

Nong Lam University - Ho Chi Minh City

\*Corresponding author: nmcanh@hcmuaf.edu.vn

<https://doi.org/10.55250/jo.vnuf.13.5.2024.062-072>

**Thông tin chung:**

Ngày nhận bài: 10/05/2024

Ngày phản biện: 14/06/2024

Ngày quyết định đăng: 16/07/2024

**Từ khóa:**

Đa dạng sinh học, hấp thụ CO<sub>2</sub>,  
mật độ rừng, sinh khối,  
trữ lượng carbon.

**Keywords:**

Biodiversity, biomass,  
carbon stock, CO<sub>2</sub> absorption,  
forest density.

**TÓM TẮT**

Rừng tự nhiên đóng vai trò quan trọng trong việc duy trì sự cân bằng sinh thái, bảo tồn đa dạng sinh học, bảo vệ môi trường, hấp thụ, lưu trữ carbon, giúp kiểm soát biến đổi khí hậu. Trong nghiên cứu này, đa dạng loài cây gỗ của những quần xã thực vật đã được phân tích từ 15 ô tiêu chuẩn điển hình với kích thước 0,1 ha. Tại khu vực nghiên cứu đã ghi nhận được 113 loài cây gỗ thuộc 45 họ thực vật. Mật độ và trữ lượng bình quân lâm phần đạt 589 cây/ha và 157,71 m<sup>3</sup>/ha. Đa dạng loài cây gỗ đạt ở mức từ trung bình đến cao ( $H' = 2,38 - 3,52$ ). Tổng sinh khối trên mặt đất ở trạng thái TXB là 130,1 tấn/ha. Trữ lượng carbon tích tụ trên mặt đất ở trạng thái TXB là 61,2 ± 2,5 tấn/ha và Dẻ trắng là loài có lượng carbon tích tụ lớn nhất (4,70 tấn/ha); nhóm cây có  $D_{1.3} = 20 - 40$  cm và  $H = 15 - 20$  m được phát hiện có trữ lượng carbon cao nhất. Các nhân tố đường kính, chiều cao, mật độ rừng, tổng tiết diện ngang và trữ lượng rừng liên quan mật thiết đến khả năng hấp thụ CO<sub>2</sub> của rừng; tuy nhiên khả năng hấp thụ CO<sub>2</sub> phụ thuộc chủ yếu vào kích thước và sinh khối cây cá thể, ít phụ thuộc vào số lượng cây. Việc xây dựng các mô hình ước lượng giúp xác định và đánh giá các yếu tố quan trọng ảnh hưởng đến sinh khối và khả năng hấp thụ CO<sub>2</sub>, cung cấp thông tin cần thiết cho các nhà quản lý lâm nghiệp trong việc bảo vệ và duy trì hệ sinh thái rừng.

**ABSTRACT**

Natural forests play an important role in maintaining ecological balance, conserving biodiversity, protecting the environment, absorbing and storing carbon, and helping control climate change. In this study, tree species diversity and above-ground carbon stock were analyzed from 15 typical sampling plots with a size of 0.1 hectares. In the study area, 113 tree species belonging to 45 plant families were recorded. The average density and volume of the forest stand (TXB) were 589 trees/ha and 157.71 m<sup>3</sup>/ha, respectively. The diversity of tree species was at a medium to high level ( $H' = 2.38 - 3.52$ ). The total above-ground biomass in the TXB forest state was 130.1 tons/ha. The accumulated carbon stock in the TXB forest status was 61.2 ± 2.5 tons/ha, with *Lithocarpus proboscideus* being the species with the highest carbon stock (4.70 tons/ha); the group of trees with  $D_{1.3} = 20 - 40$  cm and height class  $H = 15 - 20$  m was found to have the highest carbon stock. Factors such as tree diameter, tree height, forest density, total basal area, and forest volume were all closely related to the forest's CO<sub>2</sub> absorption capacity; however, the CO<sub>2</sub> absorption capacity mainly depended on the size and biomass of individual trees, and a lesser extent on the number of trees. Developing estimation models helps identify and evaluate the important factors affecting biomass and CO<sub>2</sub> absorption capacity, providing essential information for forest managers in protecting and maintaining forest ecosystems.

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Đa dạng sinh học và hệ sinh thái tự nhiên cung cấp các dịch vụ thiết yếu giúp con người thích ứng với biến đổi khí hậu và rủi ro thiên tai. Tuy nhiên, đa dạng sinh học trên toàn cầu đang suy thoái nhanh chóng và nhiều loài đang tuyệt chủng, ảnh hưởng nghiêm trọng đến con người [1]. Bảo tồn đa dạng sinh học là mục tiêu quan trọng trong quản lý rừng bền vững, nhưng việc đánh giá đầy đủ ở quy mô lớn rất khó khăn do tính chất đa chiều và đa quy mô của nó [2].

Vườn quốc gia Phước Bình, tỉnh Ninh Thuận với diện tích 19.814 ha, là một khu vực chuyển tiếp quan trọng giữa ba vùng sinh thái: Đông Nam Bộ, duyên hải Nam Trung Bộ và Tây Nguyên. Nơi đây được biết đến với hệ sinh thái rừng tự nhiên phong phú và đa dạng, đóng vai trò quan trọng trong việc lưu giữ carbon nhờ sự tồn tại của nhiều loài cây gỗ và sự phân bố của chúng theo không gian và thời gian. Trong đó, rừng tự nhiên lá rộng thường xanh trung bình (TXB) là một hệ sinh thái quan trọng, không chỉ có giá trị trong việc bảo tồn đa dạng sinh học mà còn đóng góp đáng kể vào việc kiểm soát carbon trên mặt đất, quan trọng trong việc giảm thiểu biến đổi khí hậu toàn cầu [3]. Tuy nhiên, rừng tự nhiên của Việt Nam nói chung và tỉnh Ninh Thuận nói riêng đang phải đối mặt với tình trạng suy thoái nghiêm trọng về cả chất lượng và số lượng, đặc biệt là các loài cây gỗ quý hiếm và nguy cấp. Điều này đặt ra nhiệm vụ cấp thiết cho các nhà lâm nghiệp là khôi phục và bảo vệ nguồn tài nguyên rừng quý giá, đảm bảo sự phát triển bền vững không chỉ cho mục đích kinh tế mà còn cho nghiên cứu khoa học và bảo vệ môi trường.

Nghiên cứu này được tiến hành nhằm (i) Xác định một số đặc điểm lâm học; (ii) Phân tích kết cấu và đa dạng loài cây gỗ, đa dạng cấu trúc; (iii) Ước tính sinh khối và trữ lượng carbon trên mặt đất đối với những quần xã thực vật của trạng thái rừng trung bình để góp phần cung cấp cơ sở khoa học cho công tác quản lý và bảo vệ hiệu quả tài nguyên rừng,

bảo tồn đa dạng sinh học và xác định các diện tích rừng có khả năng lưu giữ và phục hồi carbon một cách hiệu quả tại Vườn quốc gia Phước Bình trong tương lai.

## 2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

### 2.1. Đối tượng và địa điểm nghiên cứu

Đối tượng nghiên cứu là các quần xã thực vật ở kiểu rừng gỗ tự nhiên núi đất lá rộng thường xanh. Trạng thái rừng nghiên cứu là rừng trung bình (TXB). Tổng diện tích của trạng thái rừng lá rộng thường xanh trung bình thuộc khu vực Vườn quốc gia Phước Bình đang quản lý là 2.250,53 ha. Các ô tiêu chuẩn (OTC) được bố trí tại tiểu khu 18, nằm ở độ cao từ 1.100 m - 1.400 m thuộc phân khu bảo vệ nghiêm ngặt. Địa điểm nghiên cứu được đặt tại lâm phần Vườn quốc gia Phước Bình, tỉnh Ninh Thuận.

Vị trí địa lý và điều kiện địa hình đã phân hóa khí hậu Vườn quốc gia Phước Bình thành hai chế độ khí hậu: vùng cao và vùng thấp, với những tính chất về nhiệt độ, lượng mưa và độ ẩm không khí tuân theo quy luật phân bố đai cao. Mùa mưa thường bắt đầu vào tháng 6 và kết thúc vào cuối tháng 11, trong khi mùa khô bắt đầu từ tháng 12 và kéo dài đến cuối tháng 5 năm sau. Biên độ nhiệt độ ngày và đêm dao động khá cao, trong khoảng 8 - 9°C. Nhiệt độ trung bình năm là 27,6°C, với nhiệt độ cao nhất là 30,2°C và thấp nhất là 25,7°C. Lượng mưa trung bình ở vùng thấp là 1.000 mm/năm và tăng dần đến 2.000 mm/năm ở vùng cao. Độ ẩm không khí trong mùa mưa khá cao, dao động trong khoảng 87 - 88%, còn trong mùa khô độ ẩm không khí chỉ còn khoảng 70%.

### 2.2. Phương pháp nghiên cứu

#### 2.2.1. Phương pháp điều tra thực địa

Thu thập số liệu từ 15 OTC với kích thước 0,1 ha. OTC được lập đại diện cho lâm phần nghiên cứu về điều kiện sinh thái, cấu trúc quần xã. Trong mỗi OTC, những cây gỗ có  $D_{1.3} \geq 6$  cm được thống kê theo loài (S, loài), đường kính ngang ngực ( $D_{1.3}$ , cm) và chiều cao vút ngọn (H, m). Thành phần loài cây gỗ được xác định theo Trần Hợp (2002) [4], Trần Hợp và Nguyễn Bội

Quỳnh (2003) [5], Võ Văn Chi (2003, 2004) [6, 7]. Chỉ tiêu  $D_{1.3}$  được xác định bằng thước dây với độ chính xác 0,1 cm. Chỉ tiêu H được xác định bằng thước đo cao Forestry Pro II với độ chính xác 0,1 m. Vị trí của các OTC được xác định bằng máy định vị toàn cầu (GPS).

### 2.2.2. Phương pháp xử lý số liệu

Kết cấu loài cây gỗ được xác định dựa vào chỉ số giá trị quan trọng  $IVI\%$  theo công thức (1) thông qua 3 chỉ tiêu: (i) Mật độ tương đối ( $Ni\%$ ) là tỷ lệ % giữa mật độ của loài nghiên cứu  $i$  và tổng số mật độ của tất cả các loài; (ii) Tiết diện ngang tương đối ( $Gi\%$ ) là tỷ lệ % giữa tiết diện ngang của loài nghiên cứu  $i$  và tổng tiết diện ngang của tất cả các loài; (iii) Thể tích tương đối ( $Vi\%$ ) là tỷ lệ % giữa thể tích của một loài nghiên cứu  $i$  và tổng thể tích của tất cả các loài. Khi một nhóm loài cây trong đó các cây có  $IVI > 5\%$ , tổng  $IVI < 40\%$  thì được gọi nhóm loài cây có ý nghĩa về mặt sinh thái; khi một nhóm loài cây trong đó các cây có  $IVI > 5\%$ , tổng  $IVI > 40\%$  thì được gọi nhóm loài cây ưu thế và đồng ưu thế [8]. Kết cấu loài cây gỗ của trạng thái rừng TXB là kết cấu chung đối với những loài cây gỗ của 15 OTC, cho phép thuyết minh chung kết cấu loài cây gỗ và biến động về kết cấu loài cây gỗ của trạng thái rừng nghiên cứu.

$$IVI = (Ni\% + Gi\% + Vi\%)/3 \quad (1)$$

Sự tương đồng về họ và loài cây gỗ giữa những OTC của trạng thái rừng TXB được xác định bằng hệ số tương đồng của Sørensen (1948) theo công thức (2); trong đó  $a$  là số họ và loài cây gỗ bắt gặp ở OTC  $i$ ;  $b$  là số họ và loài cây gỗ bắt gặp ở OTC  $j$ ;  $c$  là số họ và số loài cây gỗ cùng bắt gặp ở cả hai nhóm đối tượng (OTC  $i$  và  $j$ ) [9].

$$C_s = [(2*c)/(a+b)]*100 \quad (2)$$

Đa dạng cấu trúc đối với những quần xã thực vật (QXTV) ở trạng thái rừng trung bình được đánh giá bằng chỉ số phức tạp về cấu trúc QXTV (SCI) và chỉ số hỗn giao (HG). Chỉ số phức tạp (SCI) được xác định theo công thức (3) [10]. Trong đó, các thành phần  $S$ ,  $N$ ,  $G$  và  $H$  tương ứng là số loài cây gỗ, mật độ của các loài cây gỗ,

tiết diện ngang thân cây và chiều cao trung bình của mỗi QXTV ở trạng thái rừng nghiên cứu trên OTC 0,1 ha. Chỉ số hỗn giao (HG) được xác định theo công thức (4); trong đó  $S$  và  $N$  tương ứng là số loài cây gỗ và mật độ của mỗi QXTV ở trạng thái rừng nghiên cứu trên OTC 0,1 ha.

$$SCI = (S*N*G*H)/10^5 \quad (3)$$

$$HG = S/N \quad (4)$$

Những chỉ số đa dạng loài cây gỗ được xác định bao gồm: Số loài cây gỗ và chỉ số phong phú về loài, chỉ số đồng đều và chỉ số đa dạng loài. Trong đó, độ giàu có về loài được xác định theo số loài ( $S$ ) và chỉ số phong phú về loài của Margalef ( $d$  hay  $d_{Margalef}$ ) [11]. Chỉ số đồng đều được xác định theo chỉ số Pielou ( $J'$ ) [12]. Đa dạng loài cây gỗ được xác định theo chỉ số ưu thế Simpson ( $\lambda'$ ) [13] và chỉ số đa dạng Shannon - Weiner ( $H'$ ) [14]. Những chỉ số đa dạng loài cây gỗ được xác định theo công thức (5) - (8); trong đó  $S$  = tổng số loài cây gỗ bắt gặp trong toàn bộ  $n$  OTC;  $s$  = số loài cây gỗ bình quân bắt gặp trong 1 OTC,  $P_i = n_i/N$  ( $N$  là tổng số cây trong OTC, còn  $n_i$  là số cây của loài thứ  $i$ ),  $\ln()$  = logarit cơ số Neper.

$$d_{Margalef} = (S-1)/\ln(N) \quad (5)$$

$$J' = H'/H'_{max}, \text{ với } H'_{max} = \ln(S) \quad (6)$$

$$\lambda' = \sum(n_i*(n_i - 1)/(N*(N - 1)) \quad (7)$$

$$H' = - \sum_{i=1}^S P_i * \ln(P_i) \quad (8)$$

Mức độ đa dạng được đánh giá theo thang phân loại của Fernando (1998): đa dạng thấp ( $H' = 1 - 2,49$ ), đa dạng trung bình ( $H' = 2,5 - 2,99$ ) và đa dạng cao ( $H' = 3 - 4$ ) [15].

Xác định mối quan hệ giữa các loài và các QXTV tại khu vực nghiên cứu thông qua các sơ đồ nhánh (Cluster) và biểu đồ MDS (Metric Dimensional Scaling). Trên cơ sở ma trận tương đồng, phân tích và vẽ sơ đồ nhánh, biểu đồ MDS để mô tả mối quan hệ giữa các loài và các QXTV.

Những loài cây gỗ hiếm gặp được xác định theo chỉ số hiếm (RI) theo công thức (9) (Guarino C., & Napolitanp F., 2006). Mức độ hiếm của từng loài: không hiếm ( $RI \leq 78,08\%$ ); hiếm ( $RI = 78,08\% - 95\%$ ); rất hiếm ( $RI = 95\% - 97\%$ ); cực kì hiếm ( $RI > 97\%$ ) [16].

$$RI = (1 - n_i/N) * 100 \quad (9)$$

Để tính sinh khối cây cá thể, sử dụng phương pháp của Brown (1997) [17] theo công thức (10):

$$AGB = VOB * WD * BEF \quad (10)$$

Trong đó:

AGB là sinh khối trên mặt đất;

VOB là thể tích thân cây được tính từ số liệu  $D_{1,3}$ ,  $H_{vn}$  và  $f_{1,3} = 0,45$  (Thông tư số 26/2022/TT-

BNNPTNT ngày 30 tháng 12 năm 2022 của Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn quy định về quản lý, truy xuất nguồn gốc lâm sản);

WD là tỉ trọng gỗ các loài cây được trích dẫn từ cơ sở dữ liệu của Zanne, A.E. và cộng sự (2009) [18].

Sử dụng hệ số BEF để chuyển đổi sinh khối thân thành sinh khối cây của IPCC (2006) [19] (Bảng 1).

**Bảng 1. Hệ số chuyển đổi sinh khối theo đường kính  $D_{1,3}$**

STT	$D_{1,3}$ (cm)	Hệ số chuyển đổi sinh khối (BEF)
1	< 20	1,40
2	20 – 40	1,38
3	40 – 80	1,33
4	≥ 80	1,25

Lượng carbon thông qua hệ số chuyển đổi (0,47) và sinh khối trên mặt đất (AGB) được tính theo công thức (11):

$$C = AGB * 0,47 \quad (IPCC, 2006) \quad (11)$$

Lượng  $CO_2$  mà thực vật hấp thụ được tính theo công thức (12):

$$CO_2 = C * 44/12 \quad (12)$$

Tiến hành thử nghiệm và xây dựng các mô hình ước lượng giữa tổng lượng  $CO_2$  hấp thụ trên hecta với các nhân tố điều tra lâm phần (D,

H, N, G, M) bằng phương pháp hồi quy và tương quan phi tuyến tính của Marquartz.

### 3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

#### 3.1. Một số chỉ tiêu lâm học đối với trạng thái rừng trung bình

Từ số liệu thu thập được trên 15 OTC, kết quả tính toán một số chỉ tiêu lâm học đối với trạng thái rừng trung bình được trình bày ở Bảng 2.

**Bảng 2. Một số chỉ tiêu lâm học đối với trạng thái rừng TXB**

STT	Chỉ tiêu	Giá trị
1	Đường kính bình quân, $D_{1,3}$ (cm)	19,3
2	Chiều cao bình quân, $H_{vn}$ (m)	13,4
3	Tổng diện ngang, $\Sigma G$ ( $m^2/ha$ )	21,57
4	Mật độ bình quân, N (số cây/ha)	589
5	Trữ lượng bình quân, M ( $m^3/ha$ )	157,71

Từ kết quả tính toán ở Bảng 2 và Bảng 3, đối chiếu với các đặc trưng định lượng trong Thông tư 33/2018/TT-BNNPTNT và Thông tư số 16/2023/TT-BNNPTNT Sửa đổi, bổ sung một số điều của Thông tư số 33/2018/TT-BNNPTNT, nhận thấy tại khu vực nghiên cứu có các loài cây gỗ, lá rộng, xanh quanh năm chiếm trên 75% số cây; đồng thời kết hợp với việc mô tả nhận diện kiểu trạng thái rừng trong quá trình điều tra ngoại nghiệp, đề tài đã xác định đúng đối tượng nghiên cứu thuộc trạng thái rừng lá rộng thường xanh trung bình (TXB). Kết quả cho thấy: Đường

kính bình quân của lâm phần là  $19,3 \pm 0,64$  cm, biên độ dao động của đường kính là 52,5 cm, từ 6,4 - 58,9 cm; Chiều cao vút ngọn bình quân của lâm phần là  $13,4 \pm 0,3$  m, biên độ dao động của chiều cao là 22 m, từ 4 - 26 m; Tiết diện ngang bình quân của lâm phần là  $21,57 \pm 1,87$   $m^2/ha$ , biên độ dao động là 10,41  $m^2$ , từ 16,89 – 27,30  $m^2/ha$ ; Mật độ bình quân lâm phần là  $589 \pm 45$  cây/ha, biên độ dao động là 290 cây, từ 440 – 730 cây/ha. Trữ lượng bình quân của lâm phần là  $157,71 \pm 13,48$   $m^3/ha$ , biên độ dao động là 76,22  $m^3$ , từ 114,97 - 191,19  $m^3/ha$ .

**3.2. Kết cấu loài cây gỗ**

Kết quả phân tích 15 QXTV trên những OTC

0,1 ha đối với trạng thái rừng trung bình tại khu vực nghiên cứu được thể hiện ở Bảng 3.

**Bảng 3. Tỷ lệ tổ thành loài ở tầng cây cao của trạng thái rừng TXB**

(Đơn vị tính: 1 ha)

STT	Tên cây				Tỷ lệ (%)			
		N (số cây)	G (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	N%	G%	V%	IV%
1	Dẻ trắng	75	2,30	16,13	12,7	10,7	10,2	11,2
2	Trâm mốc	37	1,51	11,02	6,3	7,0	7,0	6,8
3	Bình linh 3 lá	35	1,45	10,07	6,0	6,7	6,4	6,4
4	Cắm xe	34	1,39	10,78	5,8	6,5	6,8	6,4
5	Re trắng	41	1,28	9,19	6,9	6,0	5,8	6,2
	<i>Cộng 5 loài</i>	<i>222</i>	<i>7,94</i>	<i>57,19</i>	<i>37,7</i>	<i>36,8</i>	<i>36,3</i>	<i>36,9</i>
108	Loài khác	367	13,63	100,51	62,3	63,2	63,7	63,1
<b>113</b>	<b>Tổng số</b>	<b>589</b>	<b>21,57</b>	<b>157,71</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

Tại khu vực nghiên cứu đã bắt gặp được 113 loài cây gỗ (Bảng 3), trong đó Dẻ trắng là loài có chỉ số IVi% lớn nhất (11,2%), tiếp theo 4 loài: Trâm mốc, Bình linh 3 lá, Cắm xe và Re trắng. Đây là nhóm loài cây có ý nghĩa về mặt sinh thái, nhóm loài này đóng góp trung bình 36,9% về N, G và V. Công thức tổ thành loài:

$$1,12Dt + 0,68Tm + 0,64Bl + 0,64Cx + 0,62Rt + 6,31Lk.$$

Trong đó: Dt là Dẻ trắng, Tm là Trâm mốc, Bl

là Bình linh 3 lá, Rt là Re trắng, Cx là Cắm xe, và Lk là các loài còn lại. Hệ số tương đồng về loài giữa các QXTV dao động từ 21% đến 71%.

**3.3. Đa dạng cấu trúc của trạng thái rừng trung bình**

Đa dạng cấu trúc đối với những QXTV ở trạng thái rừng trung bình tại khu vực nghiên cứu được đánh giá bằng chỉ số phức tạp về cấu trúc (SCI) và chỉ số hỗn giao (HG). Kết quả tính toán được trình bày ở Bảng 4.

**Bảng 4. Chỉ số phức tạp về cấu trúc và chỉ số hỗn giao đối với trạng thái rừng TXB**

STT	H <sub>tb</sub> (m)				SCI (S*N*G*H <sub>tb</sub> )/10 <sup>5</sup>	HG
		G (m <sup>2</sup> /OTC)	N (số cây)	S (số loài)		
OTC 1	13,5	2,0173	44	21	0,252	0,477
OTC 2	12,2	2,7299	49	26	0,425	0,531
OTC 3	13,4	2,1120	73	32	0,662	0,438
OTC 4	13,6	2,3548	56	33	0,593	0,589
OTC 5	13,9	1,7705	48	38	0,449	0,792
OTC 6	13,9	2,5108	64	37	0,828	0,578
OTC 7	13,8	1,6891	56	37	0,485	0,661
OTC 8	13,5	2,5258	65	40	0,889	0,615
OTC 9	13,1	2,6527	59	40	0,822	0,678
OTC 10	14,1	1,9387	65	32	0,567	0,492
OTC 11	12,8	1,9741	57	42	0,606	0,737
OTC 12	12,8	1,9097	63	31	0,478	0,492
OTC 13	13,5	1,8442	53	28	0,368	0,528
OTC 14	13,1	1,9565	61	35	0,549	0,574
OTC 15	14,4	2,3693	70	32	0,766	0,457
<b>Max</b>	<b>14,4</b>	<b>2,7299</b>	<b>73</b>	<b>42</b>	<b>0,889</b>	<b>0,792</b>
<b>Min</b>	<b>12,2</b>	<b>1,6891</b>	<b>44</b>	<b>21</b>	<b>0,252</b>	<b>0,438</b>
<b>TB</b>	<b>13,5</b>	<b>2,1570</b>	<b>59</b>	<b>34</b>	<b>0,583</b>	<b>0,576</b>

Phân tích số liệu ở Bảng 4 cho thấy, chỉ số phức tạp về cấu trúc (SCI/OTC 0,1 ha) cao nhất ở OTC 8 ( $SCI_{max} = 0,889$ ); kế đến là ở OTC 6 (0,828); tiếp theo là OTC 9 (0,822) và thấp nhất là ở OTC 1 ( $SCI_{min} = 0,252$ ). Các chỉ tiêu trong thống kê mô tả với  $Cv = 31,5\%$ , chỉ số phức tạp về cấu trúc trung bình là  $SCI = 0,583 \pm 0,102$ . Chỉ số hỗn giao về cấu trúc (HG/OTC 0,1 ha) cao nhất ở OTC 5 ( $HG_{max} = 0,792$ ); kế đến là ở OTC 9 (0,458); tiếp theo là OTC 11 (0,737) và thấp nhất là ở OTC 3 ( $HG_{min} = 0,438$ ). Các chỉ tiêu trong thống kê mô tả với  $Cv = 18,1\%$ , chỉ số hỗn giao trung bình là  $HG = 0,576 \pm 0,058$ . Kết quả nghiên cứu cho thấy, giữa các QXTV (OTC) trong cùng một trạng thái rừng (TXB), mối quan hệ giữa chỉ số SCI và chỉ số hỗn giao (HG) chỉ mang tính ngẫu nhiên chưa thể hiện rõ tính quy luật. Tuy nhiên, kết quả nghiên cứu của Nguyễn Minh Cảnh (2018) nhận định rằng, trong cùng một kiểu rừng, những QXTV có chỉ số phức tạp về cấu trúc (SCI) càng cao thì chỉ số hỗn giao

(HG) càng cao và những QXTV ở trạng thái rừng giàu có cấu trúc phức tạp hơn QXTV ở trạng thái rừng trung bình tức có sự thay đổi giữa các trạng thái rừng [20]. Kết quả nghiên cứu của Phan Minh Xuân (2019) cũng đã nhận định rằng, chỉ số hỗn giao (HG) giảm dần từ trạng thái rừng nghèo đến trạng thái rừng trung bình và trạng thái rừng giàu; còn chỉ số SCI có khuynh hướng gia tăng rõ rệt từ trạng thái rừng nghèo đến trạng thái rừng giàu [21]. Nhìn chung, tính phức tạp về cấu trúc quần thụ có liên quan chặt chẽ với những đặc tính của quần thụ (S, N, H, G). Sự gia tăng các đặc tính của quần thụ đều dẫn đến sự gia tăng chỉ số HG và chỉ số SCI.

### 3.4. Đa dạng loài cây gỗ của trạng thái rừng trung bình

#### 3.4.1. Các chỉ số đa dạng

Kết quả phân tích từ 15 QXTV trên những OTC 0,1 ha đối trạng thái rừng trung bình được trình bày ở Bảng 5.

**Bảng 5. Đặc trưng thống kê đa dạng loài cây gỗ đối với trạng thái rừng TXB**

(Đơn vị tính: 0,1 ha)

STT	Thống kê	S	N	d	J'	H'	$\lambda'$
1	Số OTC	15	15	15	15	15	15
2	Trung bình	34	59	8,00	0,91	3,20	0,05
3	Độ lệch tiêu chuẩn	6	8	1,26	0,04	0,30	0,04
4	Biên độ biến động	21	29	4,27	0,17	1,13	0,14
5	Giá trị nhỏ nhất	21	44	5,29	0,78	2,38	0,02
6	Giá trị lớn nhất	42	73	9,56	0,95	3,52	0,16
7	Hệ số biến động (CV%)	17,1	13,9	15,7	4,8	9,3	74,3

Phân tích đa dạng loài cây gỗ ở trạng thái rừng TXB tại Bảng 5 cho thấy: Tổng số loài cây gỗ bắt gặp ở 15 OTC là 113 loài. Số loài cây gỗ bắt gặp trung bình là 34 loài/0,1 ha; dao động từ 21 – 42 loài;  $CV = 17,1\%$ . Số lượng cá thể bình quân là 59 cây/0,1 ha; dao động từ 44 đến 73 cây và  $CV\% = 13,9\%$ . Chỉ số phong phú về loài (d) trung bình là 8,00; dao động từ 5,29 đến 9,56. Độ phong phú của các loài cây gỗ là khá đồng đều ( $J' = 0,91$ ), dao động từ 0,78 – 0,95. Chỉ số

đa dạng Shannon ( $H'$ ) trung bình là 3,20; dao động từ 2,38 – 3,52. Tổng số OTC nhận giá trị  $H'$  lớn hơn so với giá trị trung bình là 8 OTC hay 53,3% trên tổng số ô điều tra. Chỉ số ưu thế Simpson  $\lambda'$  trung bình là 0,05; dao động từ 0,02 – 0,16. Số OTC nhận chỉ số ưu thế lớn hơn so với giá trị bình quân là 4 OTC hay 26,7% so với tổng số ô điều tra. Các thành phần đa dạng đều có biến động tương đối thấp; trong đó biến động mạnh nhất là chỉ số ưu thế Simpson  $\lambda'$  (CV

= 74,3%); kể đến là chỉ số loài (CV = 17,1%) và chỉ số số phong phú về loài (d) (CV = 15,7%). Chỉ số đồng đều (J') có biến động giữa các QXTV là thấp nhất (CV = 4,8%).

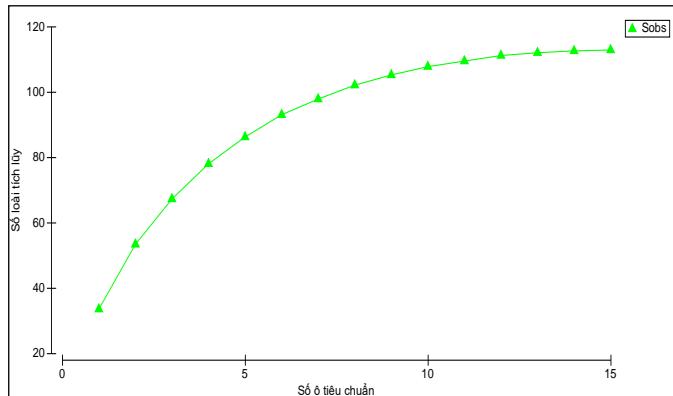
So sánh các chỉ số đa dạng (d, J', λ', H') giữa khu vực nghiên cứu (Vườn quốc gia Phước Bình) với khu vực Núi Ông, kết quả cho thấy: các chỉ số đa dạng (d, H') ở khu vực Phước Bình đều cao hơn so với khu vực Núi Ông một cách tương ứng ( $T_{tính(d)} = 6,03$ ;  $T_{tính(H')} = 3,27$ ;  $P < 0,05$ ), tuy nhiên không có sự khác nhau về chỉ số J' và λ' ( $T_{tính(J')} = 0,63$ ;  $T_{tính(λ')} = 1,37$ ;  $P > 0,05$ ). Trong khi đó, khi so sánh các chỉ số đa dạng (d, J', λ', H') giữa khu vực nghiên cứu (Vườn Quốc gia Phước Bình) với khu vực Tà Kóu, kết quả cho thấy: chỉ số đa dạng loài (d) ở khu vực Phước Bình cao hơn một cách có ý nghĩa về mặt thống kê so với khu vực Tà Kóu

( $T_{tính(d)} = 6,55$ ;  $P < 0,05$ ), tuy nhiên không có sự khác biệt rõ rệt về chỉ số J', H' và λ' ( $T_{tính(J')} = 0,996$ ;  $T_{tính(H')} = 1,59$ ;  $T_{tính(λ')} = 0,33$ ;  $P > 0,05$ ). Nhìn chung, ở cùng một trạng thái rừng (trung bình), tính đa dạng loài cây gỗ ở khu vực Phước Bình, tỉnh Ninh Thuận cao hơn so với 2 khu vực Núi Ông và Tà Kóu, tỉnh Bình Thuận.

Kết quả phân tích chỉ số hiếm (RI) của loài cây gỗ trong 15 OTC trạng thái TXB ở khu vực nghiên cứu cho thấy, có 56 loài cây gỗ ở mức độ hiếm, chiếm tỷ lệ 49,6% trong tổng số 113 loài đã bắt gặp tại khu vực nghiên cứu; 57 loài cây gỗ còn lại ở mức độ không hiếm; không có loài nào ở mức độ rất hiếm và cực kỳ hiếm.

**3.4.2. Độ giàu có của loài**

Từ kết quả điều tra trên 15 OTC diện tích 0,1 ha, sau khi xử lý bằng phần mềm hỗ trợ Primer 6.0 thu được kết quả ở Hình 1.



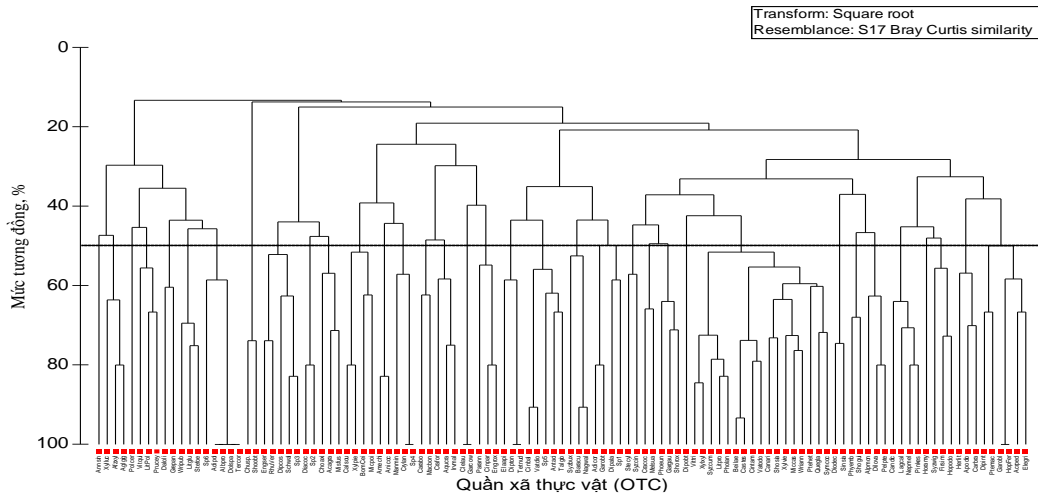
**Hình 1. Đồ thị biểu diễn độ giàu có của loài tại khu vực nghiên cứu**

Kết quả tính toán cho thấy, trên 15 OTC tiến hành điều tra thì có 113 loài xuất hiện trong tổng số là 883 cá thể. Độ giàu có của loài tăng nhanh trong khoảng từ 1 đến 5 OTC (từ 34 loài tăng đến 86 loài). Độ giàu có của loài tăng từ 5 OTC đến 10 OTC tương ứng từ 86 loài tăng đến 108 loài. Từ 10 OTC đến 12 OTC số loài tăng từ 108 đến 111 loài. Từ số lượng 12 OTC trở đi, số loài ít thay đổi hơn (tăng trong phạm vi 1 loài); và số loài ổn định từ 14 đến 15 OTC (113 loài). Kết quả phân tích cho thấy, dung lượng mẫu điều tra ở trạng thái rừng trung bình đã tương

đối thỏa mãn yêu cầu về mặt thống kê, đảm bảo điều tra được phần nào tất cả các loài ở khu vực này.

**3.4.3. Tương đồng giữa các loài tại khu vực nghiên cứu**

Trên cơ sở các chỉ số đa dạng được xác định, tiến hành so sánh và xác định mối quan hệ giữa các loài tại khu vực nghiên cứu thông qua các sơ đồ nhánh (Cluster) để sắp xếp các loài ở các mức tương đồng khác nhau. Kết quả được trình bày ở Hình 2.



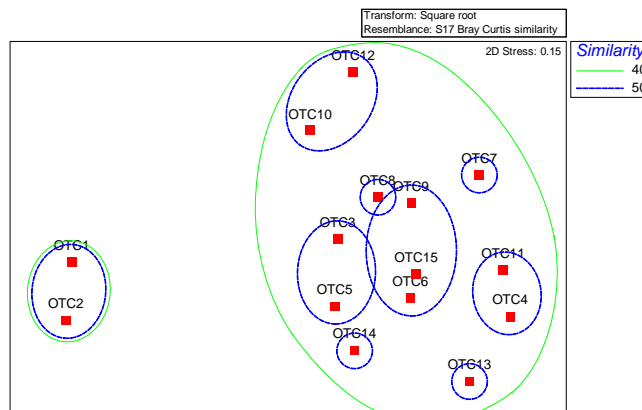
Hình 2. Mối liên hệ giữa các loài

Qua sơ đồ nhánh trong Hình 2 nhận thấy: Tại mức tương đồng 50% có 35 nhóm loài, trong đó có 4 nhóm loài đứng riêng biệt: Chò đãi (*Annsin*), Nhọc (*Polcer*), Dầu trà beng (*Dipobt*), Săng máu (*Horamy*). Những loài ít có quan hệ với nhau thường đứng tách biệt nhau. Các loài thuộc các nhóm riêng biệt khi bị tác động sẽ dễ bị mất do có ít mối quan hệ với các loài khác. Nhận thức được sự ảnh hưởng của các tác động đến từng loài là một trong những giải pháp hữu hiệu cho công tác bảo tồn đa dạng

theo hướng bền vững.

3.4.4. Tương đồng giữa các quần xã thực vật tại khu vực nghiên cứu

Phân tích nhóm quần xã theo độ phong phú của các loài thực vật của trạng thái rừng TXB tại khu vực nghiên cứu cho thấy, mức tương đồng tính bình quân chung giữa các nhóm quần xã là 48,42%. Từ đó, xét mức tương đồng giữa các nhóm quần xã là 40% và 50% để thể hiện sự phân bố của các nhóm quần xã. Kết quả được trình bày ở Hình 3.



Hình 3. Mối liên hệ giữa các quần xã tại khu vực nghiên cứu

Tại mức tương đồng 40% có 2 nhóm quan hệ quần xã, trong đó không có nhóm tồn tại độc lập. Vì vậy, tại khoảng mức tương đồng này chưa cần phải bảo tồn những quần xã này. Tại mức tương đồng 50% có 9 nhóm quan hệ quần xã, trong đó có 4 nhóm tồn tại độc lập một quần xã là: OTC13, OTC14, OTC8, OTC7. Tại

mức tương đồng này, cần ưu tiên bảo tồn những quần xã tồn tại độc lập trên. Tùy theo nhu cầu thực tế và kinh phí cũng như nhân lực, vật lực mà đưa ra các biện pháp bảo tồn phù hợp và hiệu quả nhằm đảm bảo nguồn gen không bị mất đi trong tương lai.



### 3.5. Sinh khối và trữ lượng carbon trên mặt đất đối với trạng thái rừng trung bình

#### 3.5.1. Sinh khối cây cá thể và tương quan giữa sinh khối cây cá thể (AGB) với các chỉ tiêu sinh trưởng

Sinh khối cây cá thể được tính toán từ 15 OTC 0,1 ha có giá trị trung bình là  $221,1 \pm 9,8$

$$\text{LnAGB} = -0,361329 \cdot D - 1,56238 \cdot H - 9,28093 \cdot \text{Ln}D + 7,23829 \cdot \text{Ln}D \cdot \text{Ln}H$$

$$R^2 = 51,5\%; \text{SEE} = 0,88; P = 0,0000; 6 \text{ (cm)} \leq D \leq 60 \text{ (cm)}; 4 \text{ (m)} \leq H \leq 26 \text{ (m)}$$

Mô hình này giải thích được 51,5% sự biến thiên trong dữ liệu, đây là một mức độ đáng kể trong việc dự đoán sinh khối cây cá thể. Các giá trị như sai số chuẩn (SEE) nhỏ, xác suất của phương trình  $P = 0,0000$  cho thấy mô hình có độ chính xác cao trong việc dự đoán sinh khối cây cá thể (AGB) dựa vào đường kính và chiều cao cây ở trạng thái rừng TXB tại khu vực nghiên cứu. Mô hình này đóng vai trò quan trọng trong việc hiểu và dự đoán sinh khối của cây trong rừng tự nhiên. Điều này đồng nghĩa rằng, mô hình này có khả năng dự đoán chính xác hơn về sinh khối của cây dựa trên đường kính và chiều cao và có thể được sử dụng để ước tính lượng sinh khối cây cá thể trong các khu vực và trạng thái rừng tương tự (TXB), giúp ích trong việc quản lý rừng và dự báo sự biến đổi của môi trường.

#### 3.5.2. Kết cấu trữ lượng carbon tích tụ

Kết quả tính toán về lượng carbon tích tụ từ 15 ô đo đếm 0,1 ha nhận thấy như sau:

Lượng carbon tích tụ trung bình của trạng thái TXB là  $61,2 \pm 2,5$  tấn/ha, dao động trong khoảng từ 44,6 tấn/ha đến 73,0 tấn/ha, hệ số biến động CV = 15,6%.

Lượng carbon tích tụ theo từng loài đối với trạng thái TXB tại khu vực nghiên cứu cho thấy: Dẻ trắng là loài có lượng carbon tích tụ lớn nhất, 4,70 tấn/ha, chiếm tỷ lệ 7,68 %; tiếp theo là các loài: Re trắng (4,63 tấn/ha), Cẩm xe (4,54 tấn/ha), Trâm mốc (4,04 tấn/ha), Bình linh 3 lá (3,78 tấn/ha), Thừng mực (2,12 tấn/ha), Cẩm liên (2,08 tấn/ha); chỉ tính riêng 7 loài này, lượng carbon tích tụ đã chiếm tỷ

kg/cây, biến động trong khoảng từ 5,1 kg/cây đến 2.554,5 kg/cây. Tổng sinh khối được tính toán từ 15 OTC là 195,2 tấn (tương đương 130,1 tấn/ha). Phương trình sinh khối đại diện của cây cá thể với đường kính và chiều cao của cây ở trạng thái rừng TXB tại khu vực nghiên cứu có dạng:

lệ 42,33% so với tổng số lượng carbon tích tụ của tất cả các loài tại khu vực nghiên cứu.

Lượng carbon tích tụ theo các nhóm đường kính  $D_{1.3}$  đối với trạng thái TXB tại khu vực nghiên cứu cao nhất ở nhóm  $D_{1.3} = 20 - 40$  cm là 37,42 tấn/ha, chiếm tỷ lệ 61,2% tổng lượng carbon tích tụ trên mặt đất của lâm phần; tiếp theo là ở nhóm  $D_{1.3} > 40$  cm (12,80 tấn/ha; 20,9%) và thấp nhất là ở nhóm  $D_{1.3} < 20$  cm (10,95 tấn/ha; 17,9%).

Lượng carbon tích tụ theo các lớp chiều cao  $H_{vn}$  đối với trạng thái TXB tại khu vực nghiên cứu cao nhất ở ở lớp  $H = 15 - 20$  m là 30,77 tấn/ha, chiếm tỷ lệ 50,3% tổng lượng carbon tích tụ trên mặt đất của lâm phần; tiếp theo là ở lớp  $H = 10 - 15$  m (16,12 tấn/ha; 26,4%) và thấp nhất là ở lớp  $H < 10$  m (3,44 tấn/ha; 5,6%).

Các kết quả tính toán trên cho thấy, loài cây và kích thước cây đều có ảnh hưởng đáng kể đến trữ lượng carbon trên mặt đất. Kết quả cũng chỉ ra rằng trữ lượng carbon trên mặt đất phụ thuộc chủ yếu vào kích thước cây và sinh khối cây cá thể, ít phụ thuộc nhiều vào số lượng cây. Điều này cho thấy, mối liên hệ phức tạp giữa các yếu tố lâm phần và khả năng lưu giữ carbon trong hệ sinh thái rừng. Nhóm cây có  $D_{1.3} = 20 - 40$  cm và lớp chiều cao  $H = 15 - 20$  m được phát hiện có trữ lượng carbon cao nhất.

#### 3.5.3. Mô hình ước lượng giữa tổng lượng CO<sub>2</sub> hấp thụ trên ha với các nhân tố điều tra lâm phần (N, D, H, G, M)

Kết quả phân tích mô hình ước lượng giữa tổng lượng CO<sub>2</sub> hấp thụ trên hecta với các nhân tố điều tra lâm phần như mật độ rừng (N,

cây/ha), đường kính bình quân lâm phần (H, m), chiều cao bình quân lâm phần (H, m), tổng tiết diện ngang của rừng (G, m<sup>2</sup>/ha), trữ lượng

rừng (M, m<sup>3</sup>/ha) đối với trạng thái rừng trung bình (TXB) được thể hiện bằng các phương trình sau:

$$CO_{2\text{tong}} = 803,447 \cdot \ln(D) - 406,461 \cdot \ln(D \cdot H)$$

$$R^2 = 95,0\%; \quad SEE = 30,0; \quad P = 0,0000$$

$$CO_{2\text{tong}} = 730,468 + 173,329 \cdot \ln(N \cdot G) - 352,453 \cdot \ln(N)$$

$$R^2 = 47,2\%; \quad SEE = 29,3; \quad P = 0,0217$$

$$CO_{2\text{tong}} = -10.181,7 + 191,5 \cdot D - 112,8 \cdot H + 1.520,7 \cdot \ln(N) - 2.729,4 \cdot \ln(G) + 1341,9 \cdot \ln(M)$$

$$R^2 = 87,7\%; \quad SEE = 16,3; \quad P = 0,0007$$

Trong đó: 17 cm ≤ D<sub>bq</sub> ≤ 21 cm; 12,2 m ≤ H<sub>bq</sub> ≤ 14,4 m; 440 cây ≤ N/ha ≤ 730 cây

$$16,9 \text{ m}^2 \leq G/\text{ha} \leq 27,3 \text{ m}^2; \quad 115,0 \text{ m}^3 \leq M/\text{ha} \leq 191,2 \text{ m}^3$$

Kết quả phân tích cho thấy các yếu tố điều tra lâm phần có mối quan hệ chặt chẽ với khả năng hấp thụ CO<sub>2</sub> của rừng. Sự tương tác giữa các biến, được biểu thị qua các thành phần như Ln(D\*H) hay Ln(N\*G) trong phương trình, phản ánh sự phức tạp và phụ thuộc lẫn nhau giữa các yếu tố lâm phần. Sự kết hợp của các yếu tố này có thể ảnh hưởng lớn đến khả năng hấp thụ CO<sub>2</sub> của rừng, cung cấp thông tin quan trọng về cách chúng tương tác trong quá trình hấp thụ carbon. Những mô hình này không chỉ là cơ sở cho việc quản lý rừng hiệu quả mà còn đóng góp vào việc bảo vệ và phát triển bền vững tài nguyên rừng. Tăng cường khả năng hấp thụ carbon của rừng không chỉ giúp giảm thiểu tác động của biến đổi khí hậu mà còn mang lại nhiều lợi ích kinh tế và môi trường lâu dài. Việc xây dựng các mô hình này cũng giúp xác định và đánh giá các yếu tố quan trọng ảnh hưởng đến khả năng hấp thụ carbon của rừng, cung cấp thông tin cần thiết cho các nhà quản lý lâm nghiệp trong việc bảo vệ và duy trì sự nguyên vẹn của hệ sinh thái rừng.

#### 4. KẾT LUẬN

Kết cấu loài cây gỗ đối với trạng thái rừng lá rộng thường xanh trung bình (TXB) không có sự thay đổi đáng kể giữa các QXTV. Trữ lượng và mật độ quần thể bình quân của trạng thái rừng TXB lần lượt là 157,71 m<sup>3</sup>/ha và 589 cây/ha. Đa dạng loài cây gỗ ở các QXTV đạt ở mức từ trung bình đến cao (H' = 2,38 – 3,52). Mối quan hệ

giữa chỉ số phức tạp về cấu trúc (SCI) và chỉ số hỗn giao (HG) của các QXTV trong cùng một trạng thái rừng chỉ mang tính ngẫu nhiên chưa thể hiện rõ tính quy luật. Tính phức tạp về cấu trúc quần thể có liên quan chặt chẽ với những đặc tính của quần thể (S, N, H và G). Sự gia tăng các đặc tính của quần thể đều dẫn đến sự gia tăng chỉ số SCI và chỉ số HG. Sinh khối và trữ lượng carbon trên mặt đất của trạng thái rừng TXB phụ thuộc đáng kể vào loài cây và kích thước cây. Các loài cây có trữ lượng carbon tích tụ lớn nhất cũng như các cây có đường kính và chiều cao lớn hơn đóng góp nhiều hơn vào trữ lượng carbon này. Các nhân tố điều tra lâm phần như đường kính cây, chiều cao cây, mật độ rừng, tổng tiết diện ngang và trữ lượng rừng đều liên quan mật thiết đến sinh khối và khả năng hấp thụ CO<sub>2</sub> của rừng; tuy nhiên khả năng hấp thụ CO<sub>2</sub> phụ thuộc chủ yếu vào kích thước cây và sinh khối cây cá thể, và ít phụ thuộc nhiều vào số lượng cây. Nhóm cây có D<sub>1.3</sub> = 20 - 40 cm và lớp chiều cao H = 10 - 15 m được xác định là có trữ lượng carbon cao nhất.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services (2019). UN Report: Nature's Dangerous Decline 'Unprecedented'; Species Extinction Rates 'Accelerating'. Available from: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/blog/2019/05/nature-decline-unprecedented-report/>.
- [2]. Gao T., Hedblom M., Emilsson T. & Nielsen A.B., (2014). The role of forest stand structure as biodiversity

indicator. *Forest Ecology and Management*. 330:82-93.

[3]. Ủy ban nhân dân tỉnh Ninh Thuận (2020). *Thuyết minh phương án Quản lý rừng bền vững Vườn Quốc gia Phước Bình đến năm 2030*.

[4]. Trần Hợp (2002). *Tài nguyên cây gỗ Việt Nam*. Nhà xuất bản Nông nghiệp Hà Nội.

[5]. Trần Hợp & Nguyễn Bội Quỳnh (2003). *Cây gỗ kinh tế ở Việt Nam*. Nhà xuất bản Nông nghiệp, Hà Nội.

[6]. Võ Văn Chi (2003). *Từ điển thực vật thông dụng*. Tập 1. Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, TP. HCM.

[7]. Võ Văn Chi (2004). *Từ điển thực vật thông dụng*. Tập 2. Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, TP. HCM.

[8]. Thái Văn Trùng (1999). *Những hệ sinh thái rừng nhiệt đới ở Việt Nam*. Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội.

[9]. Sørensen T., (1948). A method of establishing groups of equal amplitude in plant sociology based on similarity of species and its application to analyses of the vegetation on Danish commons. *Kongelige Danske Videnskabernes Selskab*. 5(4): 1-34.

[10]. Holdridge L.R., (1967). *Life Zone System*. No. (rev. ed.). Tropical Science Center, San Jose, Costa Rica.

[11]. Margalef R., (1968). *Perspectives in Ecological Theory*. University of Chicago Press, Chicago.

[12]. Pielou E.C., (1975). *Ecological diversity*. Wiley - Interscience Publication, London.

[13]. Simpson E.H., (1949). *Measurement of diversity*. *Nature* (London). 163: 688.

[14]. Shannon C.E. & Wiener W., (1963). *The mathematical theory of communication*. The University of Illinois Press. Urbana.

[15]. Fernando E., (1998). *Forest Formations and Flora of the Philippines: Handout in FBS 21 College of Forestry and Natural Resources, University of the Philippines at Los Banos* (unpublished).

[16]. Guarino C., & Napolitano F., (2006). *Community habitats and biodiversity in the Taburno-Camposauro Regional Park*. Woodland, rare species, endangered species and their conservation. *Silviculture and Forest Ecology*. 3: 527-41.

[17]. Brown S., (1997). *Estimating biomass and biomass change of tropical forests: a Primer*. United Nations FAO Forestry Paper - 134. Food and Agriculture Organization, Rome.

[18]. Zanne A.E., Lopez-Gonzalez G., Coomes D.A., Ilic J., Jansen S., Lewis S.L., Miller R.B., Swenson N.G., Wiemann M.C., & Chave J. (2009). *Global wood density database: Dryad*. Available from: <http://hdl.handle.net/10255/dryad.235>.

[19]. Eggleston S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. & Tanabe K. (2006). *2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*.

[20]. Nguyễn Minh Cảnh (2018). *Đặc điểm cấu trúc và đa dạng thực vật thân gỗ của các trạng thái rừng tại Khu Bảo tồn Thiên nhiên Núi Ông, tỉnh Bình Thuận*. Luận án tiến sĩ Lâm nghiệp, Trường Đại học Nông Lâm TP. HCM.

[21]. Phan Minh Xuân (2019). *Đa dạng thực vật thân gỗ trong rừng kín thường xanh hơi ẩm nhiệt đới ở Khu bảo tồn thiên nhiên Bình Châu – Phước Bửu thuộc tỉnh Bà Rịa – Vũng Tàu*. Luận án tiến sĩ Lâm nghiệp, Trường Đại học Nông Lâm TP. HCM.