

**Đa dạng cây gỗ và trữ lượng carbon trên mặt đất của chúng  
trong kiểu rừng lá rộng thường xanh ở Vườn quốc gia Lò Gò – Xa Mát, tỉnh Tây Ninh  
Bùi Hữu Quốc<sup>1</sup>, Nguyễn Văn Quý<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Phân viện Điều tra, Quy hoạch rừng Nam Bộ

<sup>2</sup>Trường Đại học Lâm nghiệp - Phân hiệu Đồng Nai

**Tree diversity and aboveground carbon stocks in the evergreen broadleaf forest  
in Lo Go – Xa Mat National Park, Tay Ninh province**

**Bui Huu Quoc<sup>1</sup>, Nguyen Van Quy<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Southern Sub-Institute of Forest Inventory and Planning

<sup>2</sup>Vietnam National University of Forestry – Dong Nai Campus

<https://doi.org/10.55250/jo.vnuf.12.6.2023.096-106>

**TÓM TẮT**

Bài báo này trình bày kết quả nghiên cứu đa dạng cây gỗ và trữ lượng carbon trên mặt đất trong các trạng thái rừng trung bình (RTB) và giàu (RG) của kiểu rừng lá rộng thường xanh ở Vườn quốc gia Lò Gò – Xa Mát, tỉnh Tây Ninh. Dữ liệu được thu thập trên 3 ô tiêu chuẩn 1 ha (OTC), trong đó 2 OTC thuộc RTB và 1 OTC thuộc RG. Nghiên cứu đã sử dụng một số chỉ số đa dạng thực vật và áp dụng phương trình ước tính sinh khối trên mặt đất để phân tích dữ liệu. Kết quả cho thấy, tổng số 78 loài cây gỗ thuộc 67 chi của 39 họ thực vật đã được ghi nhận trên 3 OTC, trong đó, 35 loài được xác định có giá trị bảo tồn cao. Thông qua các chỉ số đa dạng đã được phân tích, tính đa dạng thực vật thân gỗ của các trạng thái rừng trong khu vực nghiên cứu ở mức độ đa dạng thấp. Cụ thể, chỉ số Simpson dao động từ 0,10-0,13; Shannon-Wiener từ 2,38-2,61; tỷ lệ hỗn loài từ 0,30-0,43; Margalef từ 8,47-7,70; chỉ số  $\beta$  từ 4,23-4,52. Tổng sinh khối và trữ lượng carbon trung bình trên mặt đất của các trạng thái rừng biến động từ 215,2-240,8 (tấn/ha) và 107,6-120,4 (tấn/ha). Nghiên cứu này góp phần làm sáng tỏ tính đa dạng thực vật và khả năng tích lũy carbon trên mặt đất, đồng thời cung cấp dữ liệu tham khảo cho việc xác định và chi trả dịch vụ môi trường rừng ở khu vực nghiên cứu.

**ABSTRACT**

The paper presented the results of a study on tree species diversity and aboveground carbon storage of forest states in the Evergreen broadleaf forest type in Lo Go – Xa Mat National Park, Tay Ninh Province. Through quantitative analysis of some plant diversity indicators and aboveground biomass equations from data of 3 positioning standard plots (02 cells of 1 hectare / TTR TXB and 01plot of 1 hectare / TTR TXG). The results showed that a total of 78 tree species, 67 genera of 39 families were recorded, of which 35 plant species of conservation value listed in Decree 84/2021 of the Government, Vietnam Red Data Book (2007), and IUCN Red List (2022). Some quantitative indicators of tree diversity were identified including Simpson's index (Cd) from 0.10-0.13; Shannon-Wiener (H') from 2.38-2.61; mixed species ratio (HI) from 0.30 to 0.43; Margalef (d) from 8.47-7.70; the index ( $\beta$ ) from 4.23-4.52; The total biomass and average aboveground carbon stocks of the forest states ranged from 215.2-240.8 (tons/ha) and 107.6-120.4 (tons/ha). The findings from this study contribute to elucidating the diversity and potential of terrestrial carbon storage and provide reference data for the identification and payment of local forest environmental services.

**Thông tin chung:**

Ngày nhận bài: 18/09/2023

Ngày phản biện: 23/10/2023

Ngày quyết định đăng: 07/11/2023

**Từ khóa:**

đa dạng cây gỗ, rừng thường xanh, tổng sinh khối, trữ lượng carbon, vườn quốc gia Lò Gò – Xa Mát.

**Keywords:**

carbon stock, evergreen forest, Lo Go – Xa Mat National Park, tree species diversity, total biomass.

## **1. ĐẶT VẤN ĐỀ**

Rừng nhiệt đới là môi trường sống của một số lượng lớn các loài thực vật và động vật, góp phần duy trì chức năng của hệ sinh thái trên cạn và sự bền vững của sinh kế trên toàn cầu [1]. Rừng nhiệt đới cung cấp các sản phẩm thiết yếu cho cuộc sống của con người, tạo điều kiện thuận lợi cho sự hình thành của đất, điều hòa khí hậu khu vực và toàn cầu cũng như làm giảm các tác động bất lợi bằng cách lưu trữ hàng triệu tấn carbon khí quyển trong đất và sinh khối sống [2].

Mất và suy thoái rừng nhiệt đới được xác định là những nguyên nhân chính dẫn đến sự suy giảm đa dạng sinh học toàn cầu [3] và tạo thành nguồn carbon dioxide do con người đưa vào khí quyển [4]. Các chính sách về giảm thiểu biến đổi khí hậu như giảm phát thải do mất rừng và suy thoái rừng (REDD+) nhằm mục đích tăng cường lưu trữ carbon trên mặt đất bằng cách khuyến khích bảo tồn và phục hồi rừng đã được thực hiện ở Việt Nam từ năm 2009. Những chính sách này có khả năng mang lại “đồng lợi ích” cho việc bảo tồn đa dạng sinh học trong các khu rừng nhiệt đới [5].

Đánh giá đa dạng sinh học và lưu trữ carbon trên mặt đất là một trong những chủ đề sinh thái nhận được sự quan tâm của nhiều nhà nghiên cứu trong nước cũng như trên thế giới. Đa dạng sinh học và sinh khối là thành phần quan trọng tạo ra năng suất của lâm phần. Về cơ bản, đa dạng cây gỗ và trữ lượng carbon thường được sử dụng để giải thích vai trò của đa dạng thực vật đối với động lực tài nguyên, các quá trình và chức năng của hệ sinh thái [6]. Hiện nay, những nghiên cứu lớn đã được thực hiện để làm sáng tỏ cách thức các thành phần đa dạng (đa dạng phân loại, đa dạng chức năng và đa dạng cấu trúc) thúc đẩy sinh khối và trữ lượng carbon, cũng như mức độ phát hiện hỗ trợ các giả thuyết về tác động chọn lọc và bổ sung thích hợp.

Trong các hệ sinh thái trên cạn, sự đa dạng về chức năng và sự phong phú của các loài cây phụ thuộc vào quy mô không gian và ảnh

hưởng đến sự biến đổi của sinh khối trên mặt đất. Đến lượt nó, sinh khối trên mặt đất xác định đáng kể tiềm năng lưu trữ carbon của hệ sinh thái, đóng vai trò quan trọng trong việc điều hòa CO<sub>2</sub> trong khí quyển và biến đổi khí hậu toàn cầu. Tuy nhiên, tiềm năng đa dạng sinh học và năng lực hấp thụ carbon trên mặt đất có thể bị thay đổi mạnh do sự tác động của con người.

Vườn quốc gia (VQG) Lò Gò – Xa Mát có vị trí quan trọng về mặt bảo tồn và phát triển các giá trị về đa dạng sinh học, phòng hộ biên giới, cảnh quan thiên nhiên, các hệ sinh thái rừng và hệ sinh thái đất ngập nước của vùng chuyển tiếp giữa Tây Nguyên, miền Đông Nam Bộ và Đồng bằng sông Cửu Long của nước ta [7]. VQG này có kiểu rừng lá rộng thường xanh với diện tích lớn (22.597,29 ha), có giá trị cao về đa dạng sinh học, cảnh quan thiên nhiên, các hệ sinh thái rừng cảnh quan, đặc biệt là giá trị về sinh thái môi trường. Nơi đây cũng là địa điểm tham quan, dã ngoại, học tập, nghiên cứu khoa học, tuyên truyền giáo dục và du lịch sinh thái.

Tuy nhiên các nghiên cứu về sinh khối và trữ lượng carbon của các hệ sinh thái, kiểu thảm thực vật rừng tại VQG Lò Gò – Xa Mát, tỉnh Tây Ninh vẫn chưa được quan tâm nhiều. Đặc biệt, tính đến thời điểm hiện tại vẫn chưa có một công bố nào kết hợp nghiên cứu đa dạng cây gỗ và trữ lượng carbon của chúng trong các trạng thái rừng ở khu vực Lò Gò – Xa Mát. Xuất phát từ những lý luận và thực tế trên, nghiên cứu này được thực hiện để đánh giá đặc điểm đa dạng cây gỗ và trữ lượng carbon trên mặt đất của chúng ở kiểu rừng lá rộng thường xanh tại khu vực nghiên cứu. Các câu hỏi nghiên cứu sẽ được giải quyết: (1) Thành phần và giá trị bảo tồn của các loài cây gỗ trong các trạng thái rừng ở khu vực nghiên cứu như thế nào? (2) Có sự khác biệt về đặc điểm đa dạng và sinh khối của các loài cây gỗ trong các trạng thái rừng ở khu vực nghiên cứu không? (3) Xét trên cùng đối tượng nghiên cứu và quy mô thu thập dữ liệu, đặc điểm đa dạng

và sinh khối của các loài cây gỗ trong các trạng thái rừng tại khu vực nghiên cứu cao hơn hay thấp hơn so với một số khu vực khác như VQG Bidoup - Núi Bà, Khu bảo tồn (KBT) Thiên nhiên Sơn Trà - Đà Nẵng, KBT Thiên nhiên Thần Sa - Phước Hoàng, VQG Bù Gia Mập, KBT Thiên nhiên - Văn hóa Đồng Nai? Kết quả của nghiên cứu có thể sẽ góp phần cung cấp dữ liệu làm cơ sở đề xuất chiến lược quản lý bảo tồn, phát triển bền vững tài nguyên rừng ở khu vực nghiên cứu.

## **2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU**

### **2.1. Khu vực nghiên cứu**

Nghiên cứu được thực hiện tháng 2-6 năm 2023 tại VQG Lò Gò – Xa Mát, tỉnh Tây Ninh (tọa độ nằm trong phạm vi từ 11<sup>00</sup>'30" đến 11<sup>04</sup>'00" vĩ độ Bắc và từ 105<sup>05</sup>'00" đến 106<sup>07</sup>'10" kinh độ Đông) [7]. Địa hình của VQG thấp dần từ Bắc xuống Nam. Độ dốc trung bình nhỏ hơn 5°, độ cao trung bình 23 m so với mực nước biển. Khu vực nghiên cứu thuộc kiểu khí hậu nhiệt đới với hai mùa rõ rệt: mùa mưa và mùa khô. Mùa mưa từ tháng 5 đến tháng 10, mùa khô từ tháng 11 đến tháng 4 năm sau, độ ẩm bình quân năm 80%. Lượng mưa bình quân năm 1.800 mm. Nhiệt độ trung bình năm khoảng 26<sup>0</sup>C, cao nhất 34<sup>0</sup>C, thấp nhất 23<sup>0</sup>C.

### **2.2. Đối tượng nghiên cứu**

Đối tượng nghiên cứu được đề cập trong nghiên cứu này là các loài thực vật thân gỗ. Thực vật thân gỗ bao gồm những loài cây có thân chính phát triển mạnh, sau đó phân nhánh; Tre, cọ, dây leo thân gỗ, cây bụi thân gỗ... cũng là thực vật thân gỗ nhưng không phải là đối tượng được đề cập trong nghiên cứu này.

### **2.3. Phương pháp nghiên cứu**

#### **2.3.1. Xác định trạng thái rừng**

Các trạng thái rừng trong khu vực nghiên cứu được xác định dựa trên trữ lượng của lâm phần và Thông tư số 33/2018/TT-BNNPTNT của Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn.

#### **2.3.2. Phương pháp thu thập số liệu**

Dựa trên vị trí của ô định vị 100 ha đã được thiết lập trong kiểu rừng lá rộng thường xanh

tại VQG Lò Gò – Xa Mát, tỉnh Tây Ninh để theo dõi động thái và đánh giá diễn biến tài nguyên rừng, nghiên cứu tiến hành xác định vị trí của 3 ô nghiên cứu với diện tích mỗi ô là 1 ha. Ba ô nghiên cứu này sau đây gọi là OTC, đại diện cho các trạng thái rừng điển hình trong khu vực nghiên cứu. Trên cơ sở kế thừa số liệu của các OTC đồng thời điều tra bổ sung, cập nhật thông tin về thành phần loài cây gỗ, các đặc điểm sinh trưởng của chúng như đường kính ngang ngực (DBH), chiều cao vút ngọn (Hvn) của tất cả cây gỗ có DBH ≥ 6 cm có trong OTC. DBH của cây được đo bằng thước kẹp kính trong khi Hvn được đo bằng thước Blume – Leiss.

#### **2.3.3. Phân tích dữ liệu**

*Xác định loài thực vật:* Các loài cây trong các OTC được xác định bằng 02 phương pháp:

- Phương pháp so sánh hình thái: Các tài liệu được sử dụng để định danh loài bao gồm: Cây cỏ Việt Nam tập 1-3 [8], Tài nguyên cây gỗ Việt Nam [9], Cây gỗ kinh tế ở Việt Nam [10].

- Phương pháp chuyên gia: Những loài không biết rõ tên phải lấy tiêu bản (hoa, quả, lá) để các chuyên gia phân loại xác định tên loài. Tên khoa học của loài được hiệu chỉnh và cập nhật bởi [11]. Danh lục loài cây gỗ được sắp xếp theo hệ thống phân loại của [12]. Số lượng cá thể mỗi loài trong mỗi OTC được xác định theo phương pháp của [13, 14].

*Xác định tình trạng bảo tồn:* Tình trạng bảo tồn các loài cây gỗ được xác định bằng Nghị định 84/2021 của Chính phủ Việt Nam, Sách Đỏ Việt Nam (2007) và Danh lục Đỏ IUCN (2022) [15].

*Một số chỉ số xác định tính đa dạng của thực vật thân gỗ:*

#### **- Chỉ số mức độ ưu thế (Cd)**

Chỉ số (Cd) được xác định bởi công thức [16]:

$$Cd = \sum_{i=1}^s (Pi)^2$$

Trong đó:

Cd là chỉ số mức độ ưu thế (chỉ số Simpson);

$P_i = N_i/N$ ;

$N_i$  là số lượng cá thể của loài  $i$ ;

$N$  là tổng số cá thể của tất cả các loài.

**- Chỉ số đa dạng Shannon–Weiner ( $H'$ )**

Chỉ số Shannon–Weiner ( $H'$ ) được xác định bằng công thức [17]:

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

Mức độ đa dạng được đánh giá theo thang phân loại của [18] như sau: mức độ đa dạng thấp ( $H' = 1 - 2,49$ ), mức độ đa dạng trung bình ( $H' = 2,5 - 2,90$ ) và mức độ đa dạng cao ( $H' = 3 - 4$ ).

Trong đó:

$H'$  là chỉ số đa dạng Shannon-Weiner;

$P_i = N_i/N$ ;

$P_i$  là tỷ lệ cá thể trong quần thể,  $S$  là số lượng loài;

$N_i$  = số lượng cá thể của loài  $i$ ;

$N$  là tổng số cá thể của tất cả các loài.

**- Tỷ lệ hỗn loài ( $H_l$ )**

Chỉ số ( $H_l$ ) được xác định bởi công thức

[19]:  $H_l = \frac{S}{N}$

Trong đó:

$S$  là tổng số loài;

$N$  là tổng số cá thể được điều tra.

**- Chỉ số đa dạng Margalef ( $d$ )**

Chỉ số Margalef ( $d$ ) được tính bằng công

thức [20]:  $d = \frac{s-1}{\log N}$

Trong đó:

$d$  là Chỉ số đa dạng Margalef;

$S$  là tổng số loài trong mẫu;

$N$  là tổng số cá thể trong mẫu.

**- Chỉ số đa dạng Whittaker ( $\beta$ )**

Chỉ số  $\beta$  phản ánh tính đa dạng loài của nhiều quần xã sinh vật trong những phạm vi môi trường khác nhau [21]. Chỉ số  $\beta$  được tính

theo công thức:  $\beta = \frac{S}{s}$

Trong đó:

$S$  là tổng số loài cây gỗ bắt gặp ở khu vực nghiên cứu;

$s$  là số loài bình quân bắt gặp trong ô mẫu.

**- Ước tính sinh khối và trữ lượng carbon**

Sinh khối trên mặt đất (AGB) của mỗi cây được dựa trên hàm sinh khối [22]:  $AGB (kg/cây) = \exp(- 2.134 + 2.530 * \ln(DBH))$ .

Trong đó:

AGB là sinh khối trên mặt đất, DBH (cm) là đường kính ngang ngực (1,3 m). Dữ liệu cây được chuyển thành sinh khối cây trên một đơn vị diện tích (ha).

Công thức này được áp dụng đối với rừng nhiệt đới ẩm trên toàn thế giới, nơi có địa hình đồi núi thấp, nằm trong biên độ lượng mưa 1.500 – 4.000 mm. Bên cạnh đó, các tham số của phương trình này có đường kính (DBH) và sinh khối trên mặt đất (AGB) có giá trị sai số dự đoán thấp nhất.

Trữ lượng carbon của cây  $C(AGB)$  được xác định bởi công thức [23]:

$C (AGB) (kg/cây) = AGB (kg/cây) * 0,50$

Trong đó:

$C (AGB)$  là trữ lượng carbon của cây (kg/cây); AGB là sinh khối của cây (kg/cây); 0,5 là hệ số giá trị phần carbon mặc định của IPCC.

**3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU**

**3.1. Thành phần loài và hiện trạng bảo tồn thực vật thân gỗ**

**3.1.1. Thành phần loài**

Thành phần loài trong 3 OTC với tổng số 3.750 cây gỗ của 78 loài, thuộc 67 chi, 39 họ thực vật đã được xác định ở khu vực nghiên cứu (Bảng 1). Các họ thực vật giàu có về loài (từ 4 loài trở lên) là họ Dầu (*Dipterocarpaceae*) 9 loài (chiếm 11,54% tổng số loài); họ Thầu dầu (*Euphorbiaceae*), Cà phê (*Rubiaceae*), họ Sim (*Myrtaceae*), họ Măng cụt (*Clusiaceae*), và họ Đậu (*Fabaceae*) cùng 4 loài (5,13%). Chi đa dạng nhất là chi Dầu (*Dipterocarpus*) 4 loài (5,13% tổng số loài), chi Thị (*Diospyros*), chi Bứa (*Garcinia*), chi Trâm (*Syzygium*) cùng 3 loài (3,85% tổng số loài).

Các loài phong phú về số lượng cá thể cây (lớn hơn 48 cây) là Thầu tấu (*Aporosa microstachya* (Tul.) Muell.-Arg) (15,36% tổng số cây gỗ), Sâm (*Memecylon edule var. ovatum* (J.J Sm.) C.B. Cl.) (9,89%), Trâm mốc (*Syzygium cumini* (L.) Druce) (6,64%), Săng đá (*Linociera sangda* Gagn) (5,68%), Cò ke (*Grewia tomentosa* Roxb. ex DC) (5,55%), Lầu tấu (*Vatica cinerea*) (5,49%), Cù đèn Delpy (*Croton delpyi* Gagn) (4,67%), Xoay (*Dialium cochinchinensis* Pierre) (4,48%), Săng đen (*Diospyros venosa* Wall. ex DC)

(3,97%), Dâu da (*Baccaurea ramiflora* Lour) (3,39%), Dền đỏ (*Xylopia vielana* Pierre ex Fin. & Gagn) (2,96%), Bằng lăng (*Lagerstroemia calyculata*) và Sến mù (*Shorea roxburghii* G.D) (2,24%), Cám (*Parinari annamensis* Hance) (2,16%), Vên vên (*Anisoptera costata* Korth) (1,89%), Thành ngành (*Cratoxylon formosum* (Jack.) Dyer) (1,71%), Kơ nia (*Irvingia malayana* Oliv. ex Benn) (1,65%), Lòng mang (*Pterospermum heterophyllum* Hance) (1,57%) và Trường chua (*Nephelium chryseum* Blume) (1,55%).

**Bảng 1. Thành phần loài thực vật thân gỗ trong các trạng thái rừng tại khu vực nghiên cứu**

OTC	Trạng thái rừng	Số cây	Tỷ lệ (%)	Số loài	Tỷ lệ (%)	Số chi	Tỷ lệ (%)	Số họ	Tỷ lệ (%)
1	RTB	1.270	33,87	57	73,08	52	77,61	35	89,74
2	RG	1.432	38,19	53	67,95	47	70,15	34	87,18
3	RTB	1.048	27,95	41	52,56	39	58,21	26	66,67
<b>Tổng</b>		<b>3.750</b>	<b>100</b>	<b>78</b>	<b>100</b>	<b>67</b>	<b>100</b>	<b>39</b>	<b>100</b>

Phân tích chi tiết ở mỗi OTC cho thấy, số lượng cây gỗ phong phú nhất ở OTC 2 với 1.432 cây gỗ (38,19%), ít nhất ở OTC 3 với 1.048 cây gỗ (27,95%). Như vậy, RG có số cây nhiều hơn so với trạng thái RTB. Phân loại theo số loài thì số loài phong phú nhất ở OTC 1 với 57 loài (73,08%) và số loài ít nhất ở OTC 3 với 41 loài (52,56%). Phân loại theo số chi thì số chi phong phú nhất ở OTC 1 với 52 chi (77,61%) và số chi ít nhất ở OTC 3 với 39 chi

(58,21%). Phân loại theo số họ thì số họ phong phú nhất ở OTC 1 với 35 họ (89,74%) và số họ ít nhất ở OTC 3 với 26 họ (66,67%). Kết quả phân tích cho thấy, trung bình 2 OTC ở RTB có tính đa dạng thấp hơn OTC ở RG ở các cấp bậc phân loại (họ, chi, loài và số cây).

Từ danh lục thực vật thân gỗ của VQG và dữ liệu thu thập trên 3 OTC, tiến hành tổng hợp và cập nhật và so sánh được thành phần loài thực vật thân gỗ tại VQG Lò Gò – Xa Mát trong Bảng 2.

**Bảng 2. So sánh thành phần loài thực vật thân gỗ của VQG Lò Gò – Xa Mát và 3 OTC**

Đối tượng	Số họ	Số chi	Số loài
Cả VQG	128	496	945
Trong 3 OTC	39	67	78

Từ số liệu điều tra thu thập trên 3 OTC và danh lục thực vật thân gỗ của VQG Lò Gò – Xa Mát cho thấy, số loài cây gỗ được ghi nhận trong 3 OTC chỉ mới chiếm một phần nhỏ theo họ, chi, loài trong danh lục thực vật thân gỗ của VQG Lò Gò – Xa Mát. Tuy nhiên, dữ liệu của OTC cũng đã cập nhật thêm cho danh lục của VQG thêm 22 loài cây gỗ (Chò chai (*Shorea thorelii* Pierre), Thị rừng (*Diospyros rubra* Lec.), Dẻ gai (*Castanopsis chinensis*

(Spreng.) Hance.), Re bạc (*Cinnamomum mairei*), Giỏi (*Talauma gioi* A.Chev), Trâm sắn (*Syzygium polyanthum* (Wight) Walp.), Trâm mốc (*Syzygium cumini* (L.) Druce), Săng đá (*Linociera sangda* Gagn.), Nhội (*Bischofia javanica* Bl.), Quýt rừng (*Atalantia roxburghiana* Hook. f.), Chua khệt (*Glenniea philippinensis* (Radlk.) Leenh.), Trường chua (*Nephelium chryseum* Blume), Nhọc lá nhỏ (*Polyalthia cerasoides* (Roxb.) Benth. &

Hook.), Kè đuôi dong (*Markhamia cauda felina*), Trám đen (*Canarium tramdenum* Đại & Yakol.), Rối mật (*Garcinia ferrea* Pierre), Trau trấu (*Ochrocarpus siamensis* T. Anders.), Trâm bầu (*Combretum quadrangulare* Kurz), Côm tâng (*Elaeocarpus dubius* A.D.C), Thầu tấu (*Aporusa microstachya* (Tul.) Muell.-Arg), Cọc rào (*Jatropha curcas* L.), Bình linh ba lá (*Vitex trifolia*)), 07 chi (*Glennia*, *Atalantia*, *Bischofia*, *Talauma*, *Castanopsis*, *Jatropha*, *Ochrocarpus*), 01 họ (Mộc lan – Magnoliaceae).

**3.1.2. Giá trị bảo tồn**

Tổng số 35 loài cây gỗ đã được xác định có giá trị bảo tồn cao trong 3 OTC (44,87% tổng

số loài) thuộc 29 chi (43,28%) của 21 họ (53,85%) có tên trong Sách đỏ Việt Nam (2007), Nghị định 84/2021 của Chính phủ Việt Nam và Danh lục IUCN (2022) (Bảng 3). Trong đó, 05 loài trong Sách Đỏ Việt Nam (2007) (03 loài sẽ nguy cấp (VU), 02 loài nguy cấp (EN)); có duy nhất 01 loài là Gỗ mật (*Sindora siamensis* Teysm. ex Miq. var. *siamensis*) được liệt kê trong nhóm IIA thuộc Nghị định 84/2021 của Chính phủ và 34 loài trong Danh lục IUCN (2022) (06 loài nguy cấp (EN), 07 loài sẽ nguy cấp (VU) và 21 loài ít được quan tâm (LC)). Đây cũng là các loài cây gỗ có giá trị kinh tế (Trần Hợp & Nguyễn Bội Quỳnh, 2003).

**Bảng 3. Thành phần loài cây gỗ bị đe dọa trong các trạng thái rừng tại khu vực nghiên cứu**

TT	Tên phổ thông	Tên khoa học	Số cây trong ô	Sách Đỏ Việt Nam	NĐ 84	IUCN 2022
<b>Họ ANACARDIACEAE (Xoài)</b>						
1	Xoài rừng	<i>Mangifera minutifolia</i> Evr.	6			EN
<b>Họ BOMBACACEAE (Gòn ta)</b>						
2	Gòn rừng	<i>Bombax ceiba</i> L.	3			LC
<b>Họ BURSERACEAE (Trám)</b>						
3	Trám đen	<i>Canarium tramdenum</i> Đại & Yakol.	7	VU		
<b>Họ CLUSIACEAE (Bứa)</b>						
4	Bứa	<i>Garcinia oblongifolia</i>	36			LC
<b>Họ COMBRETACEAE (Bàng)</b>						
5	Chiêu liêu lông	<i>Terminalia citrina</i> (Gaertn.) Roxb. ex Flem.	12			LC
<b>Họ DILLENACEAE (Sổ)</b>						
6	Sổ bà	<i>Dillenia indica</i> L.	14			LC
<b>Họ DIPTEROCARPACEAE (Dầu)</b>						
7	Sến mù	<i>Shorea roxburghii</i> G.D on.	84			VU
8	Sao đen	<i>Hopea odorata</i> Roxb.	21			VU
9	Vên vên	<i>Anisoptera costata</i> Korth.	71	EN		EN
10	Chò chai	<i>Shorea thorelii</i> Pierre	10			VU
11	Dầu song năng	<i>Dipterocarpus dyeri</i> Pierre	4	VU		EN
12	Dầu rái	<i>Dipterocarpus alatus</i> Roxb.	31			VU
13	Dầu cát	<i>Dipterocarpus costatus</i> Gaertn.	4			VU
14	Dầu lông	<i>Dipterocarpus intricatus</i> Dyer.	2			EN
<b>Họ EBENACEAE (Thị)</b>						
15	Săng đen	<i>Diospyros venosa</i> Wall. ex DC.	149			LC
16	Nhọ nôi	<i>Diospyros apiculata</i> hieron.	5			LC

TT	Tên phổ thông	Tên khoa học	Số cây trong ô	Sách Đỏ Việt Nam	ND 84	IUCN 2022
<b>Họ EUPHORBIACEAE (Thầu dầu)</b>						
17	Cọc rào	<i>Jatropha curcas</i> L.	1			LC
18	Me rừng	<i>Phyllanthus emblica</i> L.	3			LC
<b>Họ FABACEAE (Đậu)</b>						
19	Gõ mật	<i>Sindora siamensis</i> Teysm. ex Miq. var. <i>siamensis</i>	38	EN	IIA	LC
20	Vây ốc	<i>Dalbergia stipulacea</i> Roxb.	21			LC
<b>Họ IXONANTHACEAE (Xang)</b>						
21	Kơ nia	<i>Irvingia malayana</i> Oliv. ex Benn.	62			LC
<b>Họ LAURACEAE (Quế)</b>						
22	Bời lời nhót	<i>Litsea glutinosa</i> (Lour.) Rob.	30			LC
23	Re bạc	<i>Cinnamomum mairei</i>	1			EN
<b>Họ LECYTHIDACEAE (Chiết)</b>						
24	Lộc vùng	<i>Barringtonia acutangula</i> (L.) Gaertn.	2			LC
<b>Họ MELIACEAE (Xoan)</b>						
25	Gội	<i>Aglaia gigantea</i>	3			LC
<b>Họ MYRISTICACEAE (Đậu khấu)</b>						
26	Máu chó	<i>Knema pierrei</i> Warb.	30			VU
<b>Họ MYRTACEAE (Sim)</b>						
27	Trâm vỏ đỏ	<i>Syzygium zeylanicum</i> (L.) DC	1			EN
28	Trâm mốc	<i>Syzygium cumini</i> (L.) Druce	249			LC
<b>Họ OCHNACEAE (Mai)</b>						
29	Mai	<i>Ochna integerrima</i> (Lour.) Merr.	1			LC
<b>Họ PHYLLANTHACEAE (Diệp Hạ Châu)</b>						
30	Dâu da	<i>Baccaurea ramiflora</i> Lour.	127			LC
31	Chòi mòi	<i>Antidesma acidum</i> Retz.	1			LC
32	Nhội	<i>Bischofia javanica</i> Bl.	5			LC
<b>Họ RUBIACEAE (Cà phê)</b>						
33	Xương cá	<i>Canthium dicoccum</i> Gaertn. var. <i>rostratum</i> Thw. ex Pit.	1	VU		VU
34	Cơm rượu	<i>Glycosmis pentaphylla</i> (Retz.) Corr.	48			LC
<b>Họ SAPINDACEAE (Nhãn)</b>						
35	Nhãn dê	<i>Lepisanthes rubiginosa</i> (Roxb.) Leenh	7			LC

Ghi chú: ND84 (2021): Nghị định 84 năm 2021 của Chính phủ; SDVN (2007): Sách Đỏ Việt Nam (2007); IUCN (2022): Danh lục các loài bị đe dọa của IUCN cập nhật 2/2022; EN: Endangered (nguy cấp); VU: Vulnerable (sẽ nguy cấp); LC: Least Concern (Ít lo ngại); IIA: Các loài thực vật hạn chế khai thác, sử dụng vì mục đích thương mại.

**3.2. Phân tích một số chỉ số đa dạng thực vật thân gỗ**

**- Chỉ số ưu thế Simpson (Cd)**

Giá trị Cd trung bình của khu vực là 0,12.

Trong đó, cao nhất ở OTC 2 (Cd=0,13) và thấp nhất ở OTC 3 (Cd=0,10). Như vậy, chỉ số đa dạng (Cd) của 2 trạng thái rừng có sự khác nhau rõ ràng và RG có chỉ số ưu thế Simpson

cao hơn so với RTB. Trong OTC 1 (RTB), chỉ số (Cd) biến động từ 0,07-0,22; ở OTC 2 (RG), chỉ số (Cd) biến động từ 0,08-0,23; ở OTC 3 (RTB), chỉ số (Cd) biến động từ 0,06-0,19.

**- Chỉ số đa dạng Shannon-Wiener (H')**

H' trung bình của khu vực là 2,49. Theo thang phân chia của Fernando (1998), mức độ đa dạng ở VQG Lò Gò – Xa Mát là thấp. Trong

đó, OTC 3 có tính đa dạng cao nhất (H'=2,61) và OTC 2 thấp nhất (H'=2,38). Chỉ số đa dạng (H') của mỗi OTC ở 02 trạng thái rừng có sự khác nhau rõ ràng và RTB có chỉ số H' cao hơn RG. Trong OTC 1 (RTB), chỉ số (H') biến động từ 2,01-2,90; ở OTC 2 (RG), chỉ số H' biến động từ 1,89-2,70; ở OTC 3 (RTB), chỉ số H' biến động từ 2,25-2,89.

**Bảng 4. Một số chỉ số dạng loài cây gỗ trong các trạng thái rừng**

OTC	Trạng thái	Chỉ số xác định tính đa dạng					
		S	Cd	H'	H <sub>I</sub>	d	β
1	RTB	57	0,12	2,48	0,36	8,75	4,28
2	RG	53	0,13	2,38	0,30	8,47	4,52
3	RTB	46	0,10	2,61	0,43	9,70	4,23
<b>Trung bình</b>		<b>52</b>	<b>0,12</b>	<b>2,49</b>	<b>0,36</b>	<b>8,97</b>	<b>4,43</b>

Ghi chú: S = Tổng số loài cây gỗ bắt gặp trong mỗi kiểu TTR.

**- Tỷ lệ hỗn loài (H<sub>I</sub>)**

Giá trị H<sub>I</sub> trung bình của khu vực là 0,36. Trong đó, cao nhất là OTC 3 (0,43), thấp nhất là OTC 2 (0,30). Chỉ số H<sub>I</sub> của mỗi OTC ở 02 trạng thái rừng có sự khác nhau rõ ràng và RTB có chỉ số H<sub>I</sub> cao hơn RG. Trong OTC 1, (RTB), chỉ số H<sub>I</sub> biến động từ 0,19-0,64; ở OTC 2 (RG), chỉ số H<sub>I</sub> biến động từ 0,18-0,41; ở OTC 3 (RTB), chỉ số H<sub>I</sub> biến động từ 0,33-0,61.

**- Chỉ số đa dạng Margalef (d)**

Giá trị d trung bình của khu vực là 8,97. Chỉ số d đạt giá trị cao nhất ở OTC 3 (9,70) và thấp nhất ở OTC 2 (8,47). Chỉ số d của mỗi OTC có sự khác nhau rõ ràng. RTB có chỉ số d cao hơn RG. Trong OTC 1 (RTB), chỉ số d biến động từ 6,34-11,63; ở OTC 2 (RG), chỉ số d biến động từ 6,00 -10,37; ở OTC 3 (RTB), chỉ số d biến động từ 6,35-12,12.

**- Chỉ số đa dạng β**

Giá trị β trung bình của khu vực là 4,43. Chỉ số β cao nhất ở OTC 2 (4,52) và thấp nhất ở OTC 3 (4,23). Như vậy, chỉ số β của mỗi OTC có sự khác nhau rõ ràng và RG có chỉ số β thấp

hơn RTB. Đa dạng loài cây gỗ trong các trạng thái rừng có sự khác nhau. Điều đó chứng tỏ điều kiện môi trường ở những trạng thái rừng có sự biến đổi. Phân tích chi tiết trong mỗi trạng thái rừng cho thấy, chỉ số β trong mỗi OTC không tương đồng. Trong OTC 1, chỉ số β biến động từ 3,25-5,57; ở OTC 2 chỉ số β biến động từ 3,71-6,00; ở OTC 3 chỉ số β biến động từ 3,39-6,00.

**3.3. Tổng sinh khối và trữ lượng carbon trên mặt đất**

Dẫn liệu Bảng 5 cho thấy, trung bình về sinh khối và trữ lượng carbon trên mặt đất giữa các OTC có sự khác nhau rõ rệt, đối với RG thì sinh khối và trữ lượng carbon là 240,8 (tấn/ha) và 120,4 (tấn/ha), đối với RTB con số này là 215,2 (tấn/ha) và 107,6 (tấn/ha). Sinh khối và trữ lượng carbon cao nhất ở OTC 2 là 240,8 (tấn/ha) và 120,4 (tấn/ha), tiếp đến OTC 3 là 227,8 (tấn/ha) và 113,9 (tấn/ha) và thấp nhất là OTC 1 là 202,6 (tấn/ha) và 101,3 (tấn/ha). Như vậy, sinh khối và trữ lượng carbon trên mặt đất ở RG cao hơn RTB.



**Bảng 5. Tổng sinh khối và trữ lượng carbon của mỗi OTC trong các trạng thái rừng**

OTC	Rừng trung bình		TXG Rừng giàu	
	AGB	C(AGB)	AGB	C(AGB)
1	202,6	101,3		
2			240,8	120,4
3	227,8	113,9		
<b>Trung bình</b>	<b>215,2</b>	<b>107,6</b>	<b>240,8</b>	<b>120,4</b>

Ghi chú: AGB (tấn/ha) là sinh khối (tấn/ha); C(AGB) (tấn/ha) là trữ lượng carbon.

#### 4. THẢO LUẬN

So sánh với một số nghiên cứu ở các địa điểm khác cùng quy mô điều tra thu thập dữ liệu cho thấy, thành phần loài cây gỗ tại rừng VQG Lò Gò – Xa Mát khá đa dạng và phong phú. Số lượng loài cây gỗ ghi nhận được trong 3 OTC 1 ha của nghiên cứu này bằng ở Khu Bảo tồn thiên nhiên (KBTTN) Thần Sa-Phượng Hoàng (78 loài) [24] nhưng thấp hơn VQG Bidoup - Núi Bà (98 loài) [25], KBTTN Sơn Trà - Đà Nẵng (96 loài) [26], VQG Bù Gia Mập (148 loài) [27] và KBT TN-VH Đồng Nai (120 loài) [28] (Bảng 6).

So sánh các một số chỉ số định lượng đa dạng sinh học thực vật ( $H'$  và  $Cd$ ) với các địa

điểm khác đã chỉ ra rằng, chỉ số đa dạng Shannon–Weiner ( $H'$ ) của nghiên cứu này nhận giá trị thấp nhất ( $H'=2,14$ ) với mức đa dạng thấp. Trong khi đó ở các địa điểm khác gồm VQG Bidoup-Núi Bà [25], KBTTN Thần Sa-Phượng Hoàng và KBTTN Sơn Trà Đà Nẵng [26] đều nhận giá trị  $H' > 3,0$  (chỉ số tương ứng  $H'=3,58$ ; 3,25 và 3,22) với mức đa dạng được đánh giá là cao theo thang phân loại của [18]. Qua phân tích và so sánh thành phần loài và chỉ số định lượng đa dạng Shannon–Weiner ( $H'$ ) cho thấy, tính đa dạng thực vật thân gỗ ở VQG Lò Gò – Xa Mát thấp hơn so với các địa điểm nghiên cứu khác ở Việt Nam.

**Bảng 6. So sánh số lượng loài và chỉ số đa dạng Shannon-Wiener của các loài cây gỗ trong 3 OTC 1 ha ở VQG Lò Gò – Xa Mát với một số địa điểm nghiên cứu khác**

Địa điểm nghiên cứu	Số loài	Chỉ số Shannon-Wiener ( $H'$ )
VQG Bidoup-Núi Bà	98	3,58
KBTTN Sơn Trà-Đà Nẵng	96	3,22
KBTTN Thần Sa-Phượng Hoàng	78	3,25
VQG Bù Gia Mập	148	3,24
KBT TN-VH Đồng Nai	120	2,87
<b>VQG Lò Gò – Xa Mát</b>	<b>78</b>	<b>2,49</b>

So sánh các một số chỉ số định lượng đa dạng sinh học thực vật ( $H'$ ) với các địa điểm khác đã chỉ ra rằng, chỉ số đa dạng Shannon–Weiner ( $H'$ ) của nghiên cứu này nhận giá trị thấp nhất ( $H'=2,49$ ) với mức đa dạng thấp. Trong khi đó ở các địa điểm khác gồm VQG Bidoup - Núi Bà [25], KBTTN Thần Sa - Phượng Hoàng [24], KBTTN Sơn Trà - Đà Nẵng [26], VQG Bù Gia Mập [27] đều nhận giá trị  $H' > 3,0$  (chỉ số tương ứng  $H'=3,58$ ; 3,25; 3,22; 3,24) với mức đa dạng được đánh giá là cao và KBT TN-VH Đồng Nai [28] nhận

giá trị  $H'=2,87$  với mức đánh giá là trung bình theo thang phân loại của [18]. Qua phân tích và so sánh thành phần loài và chỉ số định lượng đa dạng Shannon–Weiner ( $H'$ ) cho thấy, tính đa dạng thực vật thân gỗ ở VQG Lò Gò – Xa Mát thấp hơn so với các địa điểm nghiên cứu khác ở Việt Nam. Tuy nhiên, số liệu này chỉ phản ánh tại khu vực thiết lập OTC chứ không phản ánh hết sự đa dạng của VQG. Vì vậy, để có các chỉ số thực sự phản ánh sự đa dạng của VQG thì cần tiến hành điều tra toàn diện VQG.

Kết quả nghiên cứu về sinh khối và trữ lượng carbon của các loài cây gỗ trong các trạng thái rừng của kiểu rừng lá rộng thường xanh ở VQG Lò Gò – Xa Mát thấp hơn so với các nghiên cứu về trữ lượng carbon của Lasco và cộng sự [29] với tổng sinh khối tương ứng là 546,6 (tấn/ha) và 251,6 (tấn/ha); nghiên cứu của Gevaña và cộng sự [30] cho biết ở các độ cao khác nhau, nơi thu được tổng sinh khối là 595,8 (tấn/ha) và trữ lượng carbon 279,9 (tấn/ha) và nghiên cứu của Tulod [31] với tổng trữ lượng cacbon tương ứng là 1.229,46 (tấn/ha). Kết quả này được giải thích bởi tài nguyên rừng ở VQG Lò Gò – Xa Mát mới được khôi phục sau khai thác, các loài cây gỗ có giá trị và kích thước lớn là đối tượng bị khai thác, chỉ còn lại các loài cây gỗ ít có giá trị kinh tế, đường kính thân cây nhỏ. Hơn nữa, các nghiên cứu được đề cập ở các điều kiện lập địa và môi trường sinh thái khác nhau, do đó ước tính sinh khối và trữ lượng carbon khác nhau.

Con người nghiêm nhiên là nhân tố ảnh hưởng đến khả năng tích lũy carbon của rừng thông qua các hoạt động tích cực hoặc tiêu cực tác động đến xu hướng biến đổi chất lượng rừng (tốt hay xấu). Con người là trung tâm của vũ trụ, và quyết định sự thành bại của các hoạt động gìn giữ môi trường sống. Do đó, để tăng sinh khối rừng và khả năng hấp thụ carbon trong rừng, việc bảo vệ rừng thông qua nâng cao nhận thức, vai trò cũng như ý nghĩa của hệ sinh thái là việc làm có ý nghĩa tiên quyết. Điều này góp phần nhằm giảm thiểu tác động của biến đổi khí hậu, đồng thời mang lại nhiều lợi ích kinh tế cho địa phương.

## 5. KẾT LUẬN

Trong 3 OTC với tổng diện tích 3,0 ha có tổng số 3.750 cá thể của 78 loài, 67 chi và 39 họ khác nhau. Trong đó 15 loài được xác định có giá trị bảo tồn cao, 05 loài trong Sách Đỏ Việt Nam, 01 loài trong nhóm IIA thuộc Nghị định 84/2021/NĐ-CP và 13 loài trong danh sách của IUCN 2022. Đã cập nhật danh lục TVR của VQG thêm 22 loài nâng tổng số loài lên 956 loài.

Các chỉ số định lượng đa dạng sinh học thực vật gồm sự giàu có về loài, chỉ số mức độ ưu thế (Cd), đa dạng Shannon-Wiener ( $H'$ ), tỷ lệ hỗn loài (HI), chỉ số đa dạng Margalef (d), chỉ số đa dạng Whittaker ( $\beta$ ) chỉ ra tính đa dạng kiểu rừng lá rộng thường xanh tại khu vực nghiên cứu ở mức thấp. Tính đa dạng cây gỗ thay đổi theo trạng thái rừng.

Sinh khối và lượng tích trữ Cacbon của thực vật thân gỗ (DBH  $\geq$  6cm) tại khu vực nghiên cứu thay đổi theo trạng thái rừng và cao hơn nhiều so với các khu vực khác như VQG Phước Bình [32]. Trạng thái rừng giàu là 240,8 (tấn/ha) và 120,4 (tấn/ha), trạng thái rừng trung bình là 215,2 (tấn/ha) và 107,6 (tấn/ha). Trong các nhân tố ảnh hưởng đến sinh khối và trữ lượng Cacbon tích tụ thì mức độ phức tạp của cấu trúc rừng đóng vai trò quan trọng thể hiện thông qua đường kính của cây lớn nhất và mật độ của lâm phần. Ngược lại, chỉ số đa dạng không ảnh hưởng rõ rệt đến lượng Cacbon tích lũy của các trạng thái rừng.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Wright S. J (2010). The future of tropical forests. *Annals of the New York Academy of Sciences*. 1195(1): 1-27.
- [2]. Malhi Y. & Grace J (2000). Tropical forests and atmospheric carbon dioxide. *Trends in Ecology & Evolution*. 15(8): 332-337.
- [3]. Giam X. L (2017). Global biodiversity loss from tropical deforestation. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 114(23): 5775-5777.
- [4]. Pan Y., Birdsey R. A., Fang J. Y., Houghton R., Kauppi P. E., Kurz W. A., Phillips O. L., Shvidenko A., Lewis S. L. & Canadell J. G (2011). A large and persistent carbon sink in the world's forests. *Science*. 333(6045): 988-993.
- [5]. Gilroy J. J., Woodcock P., Edwards F. A., Wheeler C., Baptiste B. L. G., Medina U. C. A., Haugaasen T. & Edwards D. P. (2014). Cheap carbon and biodiversity co-benefits from forest regeneration in a hotspot of endemism. *Nature Climate Change*. 4(6): 503-507.
- [6]. Díaz S. & Cabido M. (2001). Vive la différence: plant functional diversity matters to ecosystem processes. *Trends in ecology & evolution*. 16(11): 646-655.
- [7]. Vietnam Forestry Administration (2021). Vietnam's special-use forests. ed. Agricultural

Publishing House. Hanoi, Vietnam.

[8]. Phạm Hoàng Hộ (1999-2003). Cây cỏ Việt Nam. Nxb Trẻ, TP. Hồ Chí Minh. 1, 2, 3.

[9]. Trần Hợp (2002). Tài nguyên cây gỗ Việt Nam. Nxb Nông nghiệp, Hà Nội.

[10]. Trần Hợp & Nguyễn Bội Quỳnh (2003). Cây gỗ kinh tế ở Việt Nam. Nxb. Nông nghiệp, Hà Nội.

[11]. The plant list. (2023). Truy cập ngày 11-9-2023, tại trang web <http://www.theplantlist.org/>.

[12]. Brummitt R. K. (1992). Vascular plant. Families and Genera. ed. Royal Botanic Gardens, Kiew.

[13]. Pandey P. K., Sharma S. C. & Banerjee S. K. (2002). Biodiversity studies in a moist temperate Western Himalayan forest. Indian Journal of Tropical Biodiversity. 10: 19-27.

[14]. Rastogi A. (1999). Methods in applied Ethnobotany: Lesson from the field. ed. Kathmandu, Nepal: international center for Intergrated Moundtain Development (ICIMOD).

[15]. IUCN. (2022), The IUCN red list of threatened species. Truy cập ngày 11-9-2023, tại trang web <https://www.iucnredlist.org/>.

[16]. Simpson E. H. (1949). Measurement of diversity. nature. 163(4148): 688-688.

[17]. Shannon C. E. (1948). A mathematical theory of communication. The Bell system technical journal. 27(3): 379-423.

[18]. Fernando E. S. (1998). Forest formations and flora of the Philippines: Handout in FBS 21. College of Forestry and Natural Resources, University of the Philippines at Los Baños (Unpublished).

[19]. Kim B. R., Shin J. W., Guevarra R. B., Lee J. H., Kim D. W., Seol K. H., Lee J. H., Kim H. B. & Isaacson R. E. (2017). Deciphering diversity indices for a better understanding of microbial communities. Journal of Microbiology and Biotechnology. 27(12): 2089-2093.

[20]. Gamito S. (2010). Caution is needed when applying Margalef diversity index. Ecological Indicators. 10(2): 550-551.

[21]. Whittaker R. H. (1972). Evolution and measurement of species diversity. Taxon. 21(2-3): 213-251.

[22]. Brown S. (1997). Estimating biomass and biomass change of tropical forests: a primer. ed. 134. Food & Agriculture Org.

[23]. Houghton R. A. (2005). Aboveground forest biomass and the global carbon balance. Global change biology. 11(6): 945-958.

[24]. Nguyễn Thị Thoa. (2013). Phân tích một số chỉ số đa dạng sinh học loài cây gỗ của thảm thực vật rừng trên núi đá vôi tại Khu Bảo tồn thiên nhiên Thần Sa - Phường Hoàng, tỉnh Thái Nguyên. Tạp chí Khoa học Lâm nghiệp. 4: 2961-2967.

[25]. Nguyễn Văn Hợp (2017). Một số đặc điểm hệ thực vật thân gỗ của kiểu phụ rừng lùn tại Vườn Quốc gia Bidoup – Núi Bà tỉnh Lâm Đồng. Tạp chí Khoa học và Công nghệ Lâm nghiệp. 3: 27-35.

[26]. Phạm Thị Kim Thoa (2012). Phân tích chỉ số đa dạng sinh học của thực vật thân gỗ trong khu bảo tồn thiên nhiên Sơn Trà - TP. Đà Nẵng. Tạp chí Khoa học Lâm nghiệp. (3): 2301-2309.

[27]. Vương Đức Hòa (2019). Đa dạng thực vật thân gỗ và đặc điểm cấu trúc kiểu rừng kín thường xanh mưa ẩm nhiệt đới và kiểu rừng nửa kín thường xanh ẩm nhiệt đới tại Vườn quốc gia Bù Gia Mập, tỉnh Bình Phước. Tạp chí Phát triển Khoa học và Công nghệ. 1(8): 122-131.

[28]. Hung D. V. & Potokin A. F. (2019), Diversity of Plant Species Composition and Forest Vegetation Cover of Dong Nai Culture and Nature Reserve, Vietnam, IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, IOP Publishing. 012009.

[29]. Lasco R. D., Pulhin F. B., Cruz R. V. O., Pulhin J. M. & Roy S. S. N. (2005). Carbon budgets of terrestrial ecosystems in the Pantabangan-Carranglan Watershed. Assessments of Impacts and Adaptations to Climate Change (AIACC) Working Paper. [www.aiaccproject.org](http://www.aiaccproject.org).

[30]. Gevaña D., Pollisco J. P., Pampolina N., Kim D. Y. & Im S. G. (2013). Plant diversity and aboveground carbon stock along altitudinal gradients in Quezon Mountain Range in Southern Mindanao, Philippines. Journal of Environmental Science and Management. 16(1).

[31]. Tulod A. M. (2015). Carbon stocks of second growth forest and reforestation stands in Southern Philippines: baseline for carbon sequestration monitoring. Advances in Environmental Sciences. 7(3): 422-431.

[32]. Trịnh Minh Hoàng (2016). Nghiên cứu khả năng tích tụ carbon của rừng tự nhiên ở tỉnh Ninh Thuận. Luận án Tiến sĩ khoa học Lâm nghiệp, Trường Đại học Nông Lâm TP. Hồ Chí Minh.