

# ĐỊNH LƯỢNG KHẢ NĂNG LƯU TRỮ CARBON TRÊN MẶT ĐẤT TẦNG CÂY CAO CỦA KIỂU RỪNG TỰ NHIÊN LÁ RỘNG NỬA RỤNG LÁ TẠI KHU DỰ TRỮ SINH QUYỂN ĐỒNG NAI

Phạm Tiến Dũng<sup>1</sup>, Nguyễn Văn Thịnh<sup>1</sup>, Nguyễn Huy Hoàng<sup>1</sup>,  
Nguyễn Văn Tuấn<sup>1</sup>, Trần Thị Mai Sen<sup>2</sup>, Phạm Thị Quỳnh<sup>2</sup>,  
Nguyễn Thị Thu Hằng<sup>2</sup>, Giang Thị Hằng<sup>2</sup>, Phạm Văn Tuấn<sup>3</sup>

<sup>1</sup>*Viện Nghiên cứu Lâm sinh*

<sup>2</sup>*Trường Đại học Lâm nghiệp*

<sup>3</sup>*Viện Sinh thái rừng và Môi trường*

## TÓM TẮT

Định lượng khả năng lưu trữ carbon của tầng cây cao các trạng thái rừng tự nhiên là một vấn đề khó khăn trong bối cảnh hiện nay khi Nhà nước đang đóng cửa rừng tự nhiên, hạn chế tác động vào vốn rừng. Chính vì vậy, việc lựa chọn một phương pháp vừa đảm bảo độ chính xác, đồng thời hạn chế thấp nhất ảnh hưởng đến cây rừng đang là một ưu tiên hàng đầu. Nghiên cứu này áp dụng phương pháp bán chặt hạ kết hợp với quét (scan) 3D cây để xác định sinh khối và khả năng lưu trữ carbon của tầng cây cao kiểu rừng tự nhiên lá rộng nửa rụng lá tại Khu Dự trữ sinh quyển (KDTSQ) Đồng Nai. Kết quả đã xác định được sinh khối và khả năng lưu trữ carbon của tầng cây cao (bao gồm các bộ phận thân, cành lớn, cành nhỏ và lá). Tổng sinh khối trung bình trên mặt đất của tầng cây cao đạt giá trị thấp nhất tại trạng thái rừng gỗ tự nhiên núi đất lá rộng nửa rụng lá (LRNRL) nghèo kiệt (70,44 tấn/ha) và đạt giá trị cao nhất tại trạng thái rừng gỗ tự nhiên núi đất LRNRL giàu (252,28 tấn/ha). Trong các bộ phận của tầng cây cao, sinh khối thân đạt giá trị lớn nhất, tiếp đến là sinh khối cành và đạt giá trị thấp nhất tại bộ phận cành nhỏ. Trữ lượng carbon trên mặt đất tầng cây cao đạt giá trị thấp nhất tại trạng thái rừng gỗ tự nhiên núi đất LRNRL nghèo kiệt (trung bình 33,1 tấn/ha) và đạt giá trị lớn nhất tại trạng thái rừng gỗ tự nhiên núi đất LRNRL giàu (trung bình 118,6 tấn/ha). Trong cùng một trạng thái, rừng có trữ lượng cành lớn thì trữ lượng carbon trên mặt đất tầng cây cao có giá trị càng lớn.

**Từ khóa:** Carbon, rừng tự nhiên lá rộng nửa rụng lá, Khu Dự trữ sinh quyển Đồng Nai.

## QUANTIFYING THE CAPACITY OF ABOVE-GROUND CARBON STORAGE IN THE HIGH TREE LEVEL OF THE SEMI-DECIDED BROAD LEAF NATURAL FOREST TYPE AT DONG NAI BIOSPHERE RESERVE

Pham Tien Dung<sup>1</sup>, Nguyen Van Thinh<sup>1</sup>, Nguyen Huy Hoang<sup>1</sup>,  
Nguyen Van Tuan<sup>1</sup>, Tran Thi Mai Sen<sup>2</sup>, Pham Thi Quynh<sup>2</sup>,  
Nguyen Thi Thu Hang<sup>2</sup>, Giang Thi Hang<sup>2</sup>, Pham Van Tuan<sup>3</sup>

<sup>1</sup>*Silviculture Research Institute (SRI)*

<sup>2</sup>*Vietnam National University of Forestry (VNUF)*

<sup>3</sup>*Institute for Forest Ecology and Environment (IFEE)*

## SUMMARY

In the current context, quantifying the carbon storage capacity of the upper tree layer of natural forests is a difficult problem due to the closing of natural forests in the state, limiting the impact on forest capital. Therefore, choosing a method that is both accurate and minimizes the impact on forest trees is a top priority. This study used the semi-felling method combined with 3D tree scanning to determine the biomass and carbon storage capacity of the upper tree layer of semi-deciduous broad leaves natural forest type at Dong Nai Biosphere Reserve. The results have determined the biomass and carbon storage capacity of the upper tree layer (including trunk parts, large branches, small branches, and leaves). The average total above-ground

biomass of the upper tree layer reached the lowest value in the state of poor semi-deciduous broad leaves natural forest on soil mountain (70.44 tons/ha) and reached the highest value in the state of rich semi-deciduous broad leaves natural forest type on soil mountain (252.28 tons/ha). In the parts of the upper tree layer, trunk biomass reaches the highest value, followed by branch biomass, and reaches the lowest value in small branch parts. Above-ground carbon reserves in the upper tree layer reach the lowest value in the state of poor semi-deciduous broad leaves natural forest on soil mountain (average 33.1 tons/ha) and reach the highest value in the state of rich semi-deciduous broad leaves natural forest on soil mountain (average 118.6 tons/ha). In the same state, the larger the forest's reserves, the greater the value of the carbon reserves on the ground in the upper tree layer.

**Keywords:** Carbon, semi-deciduous broad leaves natural forest, Dong Nai Biosphere Reserve.

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Khu dự trữ sinh quyển (KDTSQ) Đồng Nai được thành lập năm 2011 với tổng diện tích gần một triệu hecta, trải rộng trên 5 tỉnh Đồng Nai, Bình Dương, Bình Phước, Đắk Nông và Lâm Đồng. KDTSQ Đồng Nai có 3 kiểu rừng chính: Rừng kín thường xanh, rừng kín nửa rụng lá, rừng hỗn giao. Trong 3 kiểu rừng này thì kiểu rừng kín nửa rụng lá là kiểu rừng đặc trưng nhất tại khu vực do nằm tại vùng khí hậu chuyển tiếp giữa khu vực nhiệt đới mưa nhiều của miền Đông Nam Bộ và khu vực nhiệt đới xavan của vùng Tây Nguyên, có sự giao thoa của kiểu rừng lá rộng thường xanh và lá rụng rụng lá (Trần Lâm Đồng, 2018). Nằm trong khu kinh tế trọng điểm Đông Nam Bộ, KDTSQ Đồng Nai thực sự là lá phổi xanh giúp điều hòa không khí, hấp thụ carbon cho khu vực.

Dịch vụ hấp thụ và lưu trữ carbon là dịch vụ môi trường rừng đang được thương mại hóa nhiều nhất trên thị trường thế giới cũng như là tâm điểm của các thảo luận quốc tế về giảm phát thải trên toàn cầu. Tại Việt Nam, việc chi trả dịch vụ hấp thụ và lưu giữ carbon rừng đang được thực hiện thí điểm tại một số địa phương như Thanh Hóa, Nghệ An, Hà Tĩnh, Quảng Bình, Quảng Trị, Thừa Thiên Huế. Tuy nhiên, trong quá trình thực hiện vẫn còn tồn tại nhiều vướng mắc. Ngoài các vấn đề về chính sách thì vấn đề nổi cộm nhất chính là xây dựng phương pháp định giá lượng hấp thụ carbon đối với từng kiểu rừng một cách chính xác nhất. Phương pháp thường được sử dụng nhiều nhất là phương pháp chặt hạ và cân trực tiếp với độ

chính xác tương đối cao, nhưng không còn giữ được cây rừng và tốn kém về kinh phí (Võ Đại Hải, 2012; Bảo Huy, 2012; Vũ Đức Quỳnh, 2014). Một phương pháp khác cũng được phổ biến là sử dụng các phương trình tương quan giữa sinh khối và các chỉ tiêu sinh trưởng của lâm phần (Bảo Huy, 2012; 2013). Phương pháp này có ưu điểm là thuận tiện, ít tốn kém kinh phí nhưng do điều kiện lập địa tại mỗi khu vực khác nhau nên khi sử dụng các phương trình vào các khu vực khác nhau gây ra sai số hệ thống (Võ Đại Hải, 2012). Ngoài hai phương pháp truyền thống trên, việc sử dụng phương pháp quét (scan) 3D cây để xác định thể tích và sinh khối là một trong những phương pháp tiên tiến đang được sử dụng trên thế giới. Mặc dù mới áp dụng tại Việt Nam trong thời gian gần đây, nhưng phương pháp này được đánh giá mang lại độ chính xác cao khi xác định sinh khối cây mà không phải chặt hạ cây rừng (Nguyễn Văn Thịnh, 2023). Đặc biệt, trong bối cảnh hiện nay, Chính phủ vẫn đang áp dụng chính sách đóng cửa rừng tự nhiên và hạn chế tác động vào vùng lõi của các khu rừng đặc dụng thì việc sử dụng phương pháp quét 3D là một sự lựa chọn được ưu tiên vừa đảm bảo được tính chính xác, vừa đảm bảo được tính nguyên vẹn của đa dạng sinh học.

Bài viết này là một phần kết quả của đề tài cấp Nhà nước: *Nghiên cứu khả năng lưu trữ carbon của các kiểu rừng tại Khu Dự trữ Sinh quyển Đồng Nai*; Mã số ĐTĐL.XH-06/20, được thực hiện nhằm xác định thể tích và sinh khối cây làm cơ sở định lượng khả năng lưu trữ

carbon trên mặt đất của tầng cây cao thuộc kiểu rừng tự nhiên lá rộng nửa rụng lá tại Khu DTSQ thông qua phương pháp “bán chặt hạ” kết hợp với quét 3D.

## 2. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

### 2.1. Đối tượng nghiên cứu

Đối tượng nghiên cứu: Kiểu rừng tự nhiên núi đất lá rộng nửa rụng lá (LRNRL) tại KDTSQ Đồng Nai. Trong kiểu rừng này được chia thành các trạng thái, bao gồm: Rừng gỗ tự nhiên núi đất LRNRL giàu (NRLG); Rừng gỗ tự nhiên núi đất LRNRL trung bình (NRLB); Rừng gỗ tự nhiên núi đất LRNRL nghèo (NRLN); Rừng gỗ tự nhiên núi đất LRNRL nghèo kiệt (NRLK) (Bộ Nông nghiệp và PTNT, 2018).

Địa điểm nghiên cứu: Tại Khu DTSQ Đồng Nai.



**Hình 1.** Ranh giới KDTSQ Đồng Nai và bố trí các OTC nghiên cứu

### 2.2. Phương pháp nghiên cứu

#### 2.2.1. Phương pháp kế thừa tài liệu

Kế thừa số liệu khối lượng riêng của các loài cây gỗ: Nghiên cứu kế thừa kết quả xác định khối lượng riêng của các nhiệm vụ đã công bố của Viện Khoa học Lâm nghiệp Việt Nam và của Bộ Nông nghiệp Hoa Kỳ (Gisel Reyes *et al.*, 1992).

#### 2.2.2. Phương pháp thu thập số liệu

##### a. Lập và điều tra các chỉ tiêu sinh trưởng trong ô tiêu chuẩn

Sử dụng phương pháp rút mẫu điển hình, mỗi trạng thái rừng sẽ lựa chọn ngẫu nhiên ít nhất ba lâm phần để lập ô tiêu chuẩn. Bố trí các Ô tiêu chuẩn A, B và C dựa theo phương pháp đại diện cho các trạng thái rừng của UNFCCC (2015): Ô tiêu chuẩn (OTC) có diện tích 2.000 m<sup>2</sup> (A) có kích thước 50 × 40 m. Tại giữa ô tiêu chuẩn A, lập 01 ô tiêu chuẩn B có diện tích 200 m<sup>2</sup> (10 × 20 m); trong ô tiêu chuẩn B, lập 01 ô tiêu chuẩn C với diện tích 25 m<sup>2</sup> (5 × 5 m). Tại 4 góc của ô tiêu chuẩn A, lập 4 ô dạng bản (D) có diện tích 1 m<sup>2</sup> (1 × 1 m). Dung lượng mẫu điều tra được lập căn cứ theo diện tích của từng trạng thái. Tổng số lượng OTC được lập là 26 ô, trong đó, trạng thái NRLG và NRLB điều tra 07 OTC/trạng thái, trạng thái NRLN và NRLK điều tra 06 OTC/trạng thái.

Thu thập số liệu trong OTC: Điều tra tất cả các cây gỗ có đường kính tại vị trí 1,3 m  $D_{1,3} \geq 10$  cm trong ô tiêu chuẩn (A); Điều tra tất cả các cây gỗ có  $5 \text{ cm} < D_{1,3} < 10 \text{ cm}$  trong ô tiêu chuẩn (B); Điều tra tất cả các cây gỗ có  $D_{1,3} \leq 5 \text{ cm}$  trong ô tiêu chuẩn (C); Điều tra số liệu cây bụi, thảm tươi có trong ô dạng bản (D).

##### b. Xác định khối lượng riêng gỗ

Căn cứ vào kết quả các thông tin điều tra trong OTC tạm thời (tên loài cây, thành phần loài chiếm ưu thế, đường kính và chiều cao cây) để tiến hành lựa chọn, xác định loài cây và số lượng cá thể cần tiến hành lấy mẫu khối lượng riêng gỗ (thân, cành lớn, cành nhỏ). Phương pháp lấy mẫu như sau:

- Lấy mẫu thân: Đối với thân cây có đường kính  $D_{1,3} \geq 10 \text{ cm}$  trong OTC (A) và những cây có đường kính  $5 \text{ cm} \leq D_{1,3} < 10 \text{ cm}$  trong OTC (B). Số lượng mẫu thân được lấy là 01 mẫu/cây lựa chọn. Sử dụng khoan tăng trưởng để lấy mẫu.

- Lấy mẫu cành lớn (đường kính đầu cành  $\geq 5$  cm): Số lượng mẫu cành lớn được lấy là 01 mẫu/cành. Sử dụng khoan tăng trường để lấy mẫu.

- Lấy mẫu cành nhỏ (đường kính đầu cành  $< 5$  cm): Cắt một đoạn cành dài 3 cm tại vị trí có đường kính cành trung bình.

*c. Đo đếm và thu thập dữ liệu scan 3D*

- Sử dụng máy quét 3D laser cầm tay để tiến hành quét tất cả các cây có đường kính  $D_{1,3} \geq 5$  cm trong các ô tiêu chuẩn. Các bước thu thập hình ảnh 3D cây cá lẻ của tầng cây gỗ trong các ô tiêu chuẩn bao gồm: (1)- Khảo sát hiện trường và xác định các đối tượng cần quét; (2)- Chọn vị trí đặt máy quét cài đặt các thông số cần thiết của máy quét và thiết lập các điểm định vị đối tượng cần quét; (3)- Thao tác máy quét 3D; (4)- Kiểm tra dữ liệu quét 3D và lưu dữ liệu vào thẻ nhớ đi kèm; (5)- Xuất dữ liệu từ thẻ nhớ sang máy tính để thực hiện xử lý số liệu nội nghiệp.

Tổng số lượng cây được quét 3D là 411 cây. Trong đó, trạng thái NRLG quét 105 cây, trạng thái NRLB quét 120 cây, trạng thái NRLN quét 96 cây và trạng thái NRLK quét 90 cây.

*d. Đo đếm và thu thập mẫu cành, lá của tầng cây cao*

Đối với mỗi loài cây chiếm ưu thế ( $IV \geq 5\%$ ) trong OTC, tiến hành cắt 2 cành tiêu chuẩn đại diện cho cành lớn và cành nhỏ ở các vị trí nửa trên của tán cây và nửa dưới của tán cây. Tổng số cành được cắt là 348 cành với tổng cộng 27 loài.

- Cành sau khi được cắt hạ được chia thành 2 bộ phận (cành và lá), tiến hành đo đường kính đầu cành và cân khối lượng tươi của từng bộ phận (cành và lá).

- Số liệu về đường kính đầu cành, khối lượng tươi của cành và lá của từng cây được sử dụng để xây dựng phương trình tương quan xác định sinh khối lá cây cá lẻ cho từng loài và nhóm loài chung.

**2.2.3. Phương pháp xử lý số liệu**

*a. Phương pháp xác định thể tích cây cá lẻ tầng cây cao*

Thể tích các bộ phận của từng cây cá lẻ (thân, cành lớn, cành nhỏ) được xác định thông qua sử dụng phần mềm MAGNET Collage và Geomagic Studio. Các bước bao gồm: (1)- Import file (dữ liệu cây cá lẻ) đã scan vào phần mềm MAGNET Collage; (2)- Trích xuất cây cần lấy thông số thể tích; (3)- Lọc nhiễu để tạo cây xương cá cho từng cây cá lẻ; (4)- Thiết kế ngược cây từ file cây xương cá vừa lọc bằng phần mềm Geomagic Studio; (5)- Sử dụng các công cụ trong phần mềm để đo đếm, tính toán và trích xuất các thông số thể tích cần thiết.

*b. Phương pháp xác định khối lượng riêng thân, cành*

Mẫu sau khi thu thập được xử lý tại Viện Nghiên cứu Công nghiệp rừng - Viện Khoa học Lâm nghiệp Việt Nam. Các bước cụ thể như sau:

+ Cân khối lượng và xác định thể tích của phần gỗ và phần vỏ bằng máy MD 300 thu được  $W_t$  và  $V_t$ .

+ Để mẫu trong môi trường không khí trong phòng (nhiệt độ  $25 \pm 5^\circ\text{C}$ , độ ẩm  $65 \pm 5\%$ , cân kiểm tra đến khi mẫu không thay đổi khối lượng. Đặt mẫu vào trong tủ môi trường có điều kiện nhiệt độ  $20 \pm 2^\circ\text{C}$ , độ ẩm  $65 \pm 5\%$ . Cân kiểm tra sau mỗi khoảng thời gian 6 giờ bằng nhau hoặc không nhỏ hơn 0,5% khối lượng mẫu thử.

+ Cân khối lượng và xác định thể tích của phần gỗ dác và gỗ lõi bằng máy MD 300 thu được  $W_1$  và  $V_1$ .

+ Sấy mẫu trong tủ sấy với nhiệt độ  $50 \pm 2^\circ\text{C}$  trong 24 giờ. Sấy tiếp ở nhiệt độ  $103 \pm 2^\circ\text{C}$  trong 24 giờ. Cân kiểm tra sau mỗi khoảng thời gian 6 giờ bằng nhau.

+ Bỏ mẫu khỏi tủ sấy vào trong bình có chứa silicasen cho đến khi nhiệt độ trong bình bằng nhiệt độ trong phòng.

+ Cân khối lượng bằng máy MD 300, thu được  $W_0$ . Khối lượng riêng cơ bản và khối lượng riêng khô trong không khí được tính riêng cho vỏ và gỗ theo công thức sau:

$$P_{cb} = \frac{m_0}{V_t} \quad (1)$$

$$P_{kk} = \frac{m_1}{V_1} \quad (2)$$

*Trong đó:*  $P_{cb}$  - khối lượng riêng cơ bản của gỗ, đơn vị tính  $g/cm^3$

$P_{kk}$  - Khối lượng riêng khô trong không khí của gỗ, đơn vị tính  $g/cm^3$

$m_0$  - Khối lượng mẫu khô, độ ẩm  $w$  0% (g)

$m_1$  - Khối lượng mẫu khô trong không khí, độ ẩm 10 - 15% (g)

$V_1$  - Thể tích mẫu khô trong không khí, độ ẩm 10 - 15% ( $cm^3$ )

$V_t$  - Thể tích mẫu tại độ ẩm tươi ( $cm^3$ )

c. *Phương pháp xác định sinh khối cây cá lẻ tầng cây cao*

- Tổng sinh khối cây cá lẻ được xác định qua công thức:

$$B_{tc} = B_t + B_{cl} + B_{cn} + B_{lá} \quad (3)$$

*Trong đó:*  $B_{tc}$ : là sinh khối của cây (kg)

$B_t$ : Là sinh khối của thân (kg)

$B_{cl}$ : Là sinh khối của cành to (kg)

$B_{cn}$ : Là sinh khối của cành nhỏ (kg)

$B_{lá}$ : Là sinh khối của lá (kg)

- Sinh khối thân cây được xác định theo công thức:

$$B_t = V_t \times P_t \quad (4)$$

*Trong đó:*  $B_t$ : Sinh khối thân

$V_t$ : Thể tích thân gỗ

$P_t$ : Khối lượng riêng cơ bản thân gỗ

- Sinh khối của cành (bao gồm cành lớn, có đường kính đầu cành  $\geq 5$  cm và cành nhỏ, có đường kính đầu cành  $< 5$  cm) được xác định công thức:

$$B_c = \sum_1^n B_c \quad (5)$$

$$B_{c \text{ thứ } N} = V_c \times P_c \quad (6)$$

*Trong đó:*  $B_c$ : Sinh khối cành

$V_c$ : Thể tích cành, được xác định thông qua sử dụng phần mềm Geomagic Studio như đối với xác định thể tích thân cây

$P_c$ : Khối lượng riêng cơ bản của cành

- Sinh khối bộ phận lá trên cành lớn và cành nhỏ của từng cây cá lẻ của từng loài được xác định công thức sau:

$$B_{lá} = \beta_0 + ĐK_{\text{đầu cành}} \times \beta_1 \quad (7)$$

*Trong đó:*  $B_{lá}$ : Sinh khối lá

$ĐK_{\text{đầu cành}}$ : Đường kính đầu cành lớn và cành nhỏ

$\beta_0, \beta_1$ : Hệ số của phương trình tương quan tuyến tính được xây dựng từ số liệu đường kính đầu cành và sinh khối lá tươi trên từng cành lớn và cành nhỏ.

d. *Xác định khả năng tích lũy carbon cây cá lẻ*

Lượng C tích lũy của cây cá lẻ được xác định qua công thức (IPCC, 2006):

$$C_{TC} = B_{TC} * 0,47 \quad (8)$$

*Trong đó:*  $C_{tc}$ : Là lượng carbon của cây (kg)

$B_{tc}$ : Là sinh khối của cây cá lẻ (kg)

### III. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

#### 3.1. Sinh khối thân cây cá lẻ

##### 3.1.1. Sinh khối bộ phận lá

Để xác định sinh khối lá cho các loài cây chiếm ưu thế trong công thức tổ thành của lâm phần, nghiên cứu đã sử dụng 05 dạng phương trình được đưa vào để xây dựng mối quan hệ giữa sinh khối lá của cành với đường kính đầu cành. Kết quả lựa chọn phương trình xác định sinh khối lá cho các loài cây thuộc kiểu rừng tự nhiên LRNRL được trình bày tại bảng 1.

**Bảng 1.** Phương trình xác định sinh khối lá của các loài cây/nhóm loài của kiểu rừng tự nhiên LRNRL tại Khu DTSQ Đồng Nai

Loài cây/nhóm loài cây	Dạng phương trình	Tham số phương trình			Sig.	R <sup>2</sup>
		b0	b1	b2		
Bằng lăng	$SK_{la} = b0 \cdot x^{b1}$	0,846	0,796		0,000	0,93
Sến mù	$SK_{la} = b0 \cdot x^{b1}$	0,214	1,428		0,000	0,74
Tung	$SK_{la} = b0 \cdot x^{b1}$	0,135	1,653		0,000	0,72
Sao đen	$SK_{la} = b0 \cdot x^{b1}$	0,470	1,134		0,000	0,78
Thành ngạnh	$SK_{la} = b0 + b1x^2 + b2 \cdot x$	0,204	0,509	-0,004	0,000	0,83
Bình linh 3 lá	$SK_{la} = b0 + b1x^2 + b2 \cdot x$	0,294	0,273	0,013	0,000	0,89
Trâm trắng	$SK_{la} = b0 + b1x^2 + b2 \cdot x$	0,777	0,251	0,009	0,000	0,91
Lôi	$SK_{la} = b0 + b1x^2 + b2 \cdot x$	-0,768	0,363	0,017	0,000	0,97
Nhóm loài chung	$SK_{la} = b0 \cdot x^{b1}$	0,072	1,975		0,000	0,84

Ghi chú:  $SK_{la}$ : Sinh khối lá;  $x$ : đường kính đầu cành

Kết quả cho thấy, các phương trình đều tồn tại (Sig. = 0,00) với hệ số tương quan ở các phương trình biến động trong khoảng từ 0,72 - 0,97. Trong tổng số 8 loài cây chiếm ưu thế trong công thức tổ thành được lựa chọn để xây dựng tương quan giữa sinh khối lá và đường kính đầu cành, có 04 loài có dạng phương trình bậc hai (Thành ngạnh, Bình linh 3 lá, Trâm trắng, Lôi), 04 loài có dạng phương trình hàm số mũ (Bằng lăng, Sến mù, Tung, Sao đen). Đối với các loài không chiếm ưu thế trong công thức tổ thành (nhóm loài chung), mối quan hệ giữa sinh khối lá và đường kính đầu cành được thể hiện qua dạng hàm số mũ với hệ số tương quan là 0,84.

**3.1.2. Sinh khối cây cá lẻ**

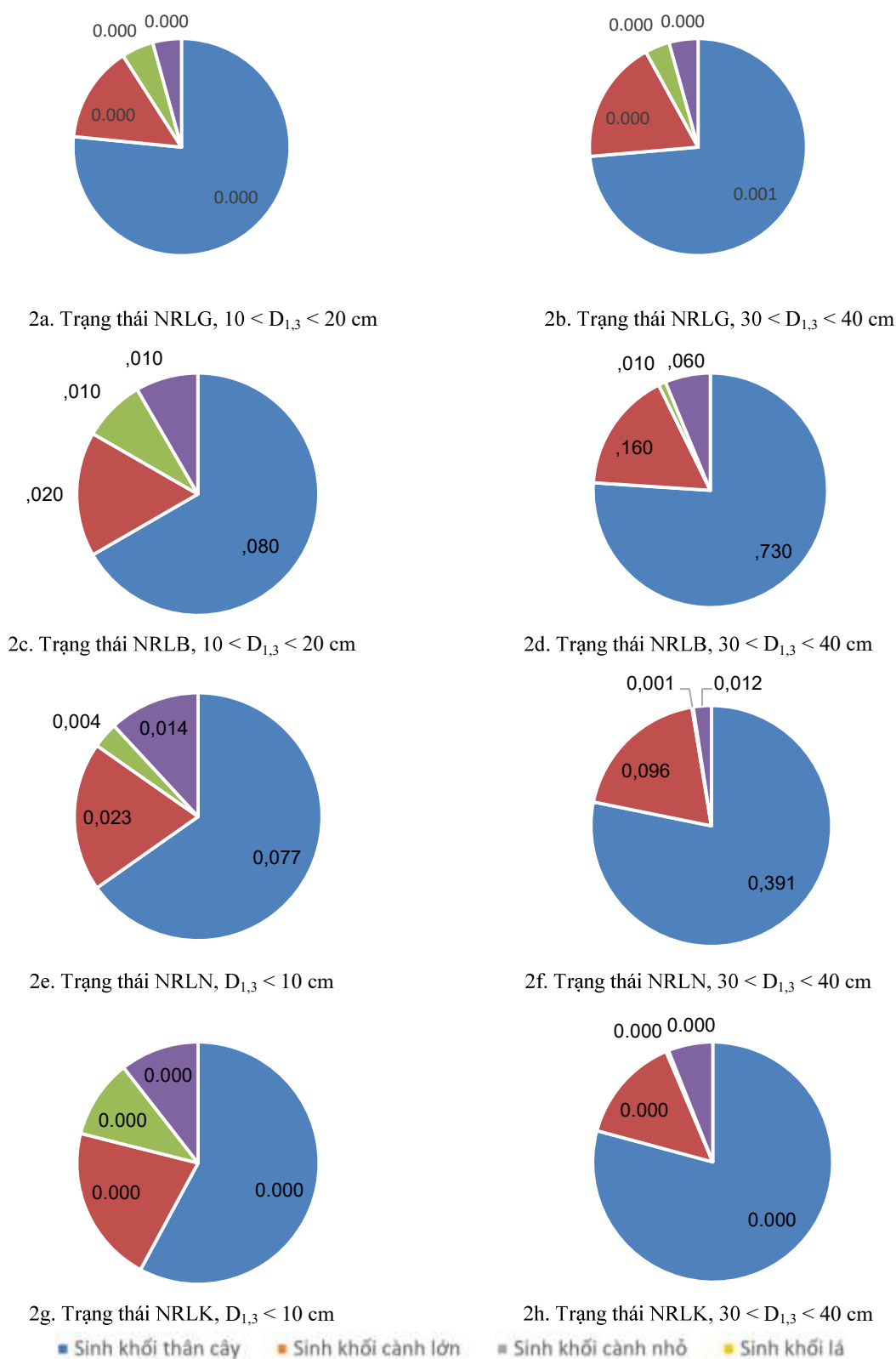
Sinh khối cây cá lẻ bao gồm: Sinh khối thân, sinh khối cành lớn, sinh khối cành nhỏ và sinh khối lá. Cấu trúc sinh khối các bộ phận cây cá lẻ tuân theo quy luật khi cỡ đường kính của cây càng lớn thì sinh khối thân cây có xu hướng chiếm tỷ lệ lớn, tuy nhiên, tổng sinh khối lá có xu hướng ngược lại.

Trạng thái NRLG tại cỡ đường kính  $10 < D_{1,3} < 20$  cm, sinh khối thân cây, cành lớn, cành nhỏ và lá trung bình lần lượt là 0,16 tấn (chiếm 63% tổng sinh khối cây cá lẻ); 0,03 tấn (chiếm 26%); 0,01 tấn (chiếm 1%); và 0,009 tấn/cây

(10%) (Hình 2a). Tuy nhiên, khi chuyển sang cỡ đường kính  $30 < D_{1,3} < 40$  cm, sinh khối thân trung bình tăng lên 0,60 tấn/cây (chiếm 79% tổng sinh khối cây cá lẻ) nhưng sinh khối lá trung bình chỉ 0,035 tấn/cây (6%) (Hình 2b).

Trạng thái NRLB tại cỡ đường kính  $10 < D_{1,3} < 20$  cm, sinh khối trung bình thân cây, cành lớn, cành nhỏ và lá lần lượt là 0,08 tấn (chiếm 69,4% tổng sinh khối cây cá lẻ); 0,02 tấn (chiếm 17,2%); 0,01 tấn (chiếm 8,3%); và 0,01 tấn/cây (8,3%) (Hình 2c). Tuy nhiên, khi chuyển sang cỡ đường kính  $30 < D_{1,3} < 40$  cm, sinh khối thân trung bình tăng lên 0,73 tấn/cây (chiếm 76,0% tổng sinh khối cây cá lẻ) nhưng sinh khối lá trung bình chỉ 0,06 tấn/cây (6,3%) (Hình 2d).

Trạng thái NRLN tại cỡ đường kính  $10 < D_{1,3} < 20$  cm, sinh khối thân cây, cành lớn, cành nhỏ và lá trung bình lần lượt là 0,077 tấn (chiếm 65,3% tổng sinh khối cây cá lẻ); 0,023 tấn (chiếm 19,5%); 0,004 tấn (chiếm 3,4%); và 0,014 tấn/cây (chiếm 11,9%) (Hình 2e). Tuy nhiên, khi chuyển sang cỡ đường kính  $30 < D_{1,3} < 40$  cm, sinh khối thân trung bình tăng lên 0,391 tấn/cây (chiếm 78,2% tổng sinh khối cây cá lẻ) nhưng sinh khối lá trung bình chỉ 0,012 tấn/cây (chiếm 2,4%), sinh khối cành nhỏ trung bình chỉ 0,001 tấn/cây (chiếm 0,2%) (Hình 2f).



**Hình 2.** Sinh khối bộ phận cây cá lẻ ở các cỡ kính khác nhau trong trạng thái NRLG

Trạng thái NRLK tại cỡ đường kính  $D_{1,3} < 10$  cm, sinh khối thân cây, cành lớn, cành nhỏ và lá trung bình lần lượt là 0,011 tấn (chiếm 57,9% tổng sinh khối cây cá lẻ); 0,004 tấn (chiếm 21,1%); 0,002 tấn (chiếm 10,5%); và 0,002 tấn/cây (10,5%) (Hình 2g). Tuy nhiên, khi chuyển sang cỡ đường kính  $30 < D_{1,3} < 40$  cm, sinh khối thân trung bình tăng lên 0,461 tấn/cây (chiếm 79,2% tổng sinh khối cây cá lẻ) nhưng sinh khối lá trung bình chỉ 0,035 tấn/cây (chiếm 6,0%), sinh khối cành nhỏ trung bình chỉ 0,002 tấn/cây (chiếm 0,3%) (Hình 2h).

### 3.2. Sinh khối trên mặt đất tầng cây cao tại các trạng thái rừng tự nhiên LRNRL

Sinh khối trên mặt đất tầng cây cao là tổng thể sinh khối trên mặt đất của các cây cá lẻ. Đối với các trạng thái, nghiên cứu xác định sinh khối trên mặt đất theo từng cấp trữ lượng rừng. Mỗi cấp trữ lượng rừng chênh nhau 50 m<sup>3</sup>/ha (trạng thái NRLG, NRLB, NRLK) hoặc 25 m<sup>3</sup>/ha (trạng thái RLN). Kết quả xác định sinh khối tầng cây cao được trình bày tại bảng 2.

**Bảng 2.** Sinh khối trên mặt đất tầng cây cao ở trong các trạng thái rừng khác nhau của kiểu rừng tự nhiên LRNRL tại Khu DTSQ Đồng Nai

Trạng thái	Cấp trữ lượng rừng (m <sup>3</sup> /ha)	Tổng sinh khối (tấn/ha)	Sinh khối bộ phận (tấn/ha)			
			Sinh khối thân	Sinh khối cành lớn	Sinh khối cành nhỏ	Sinh khối lá
NRLG	<i>Trung bình</i>	252,28 ± 44,6	191,81 ± 36,39	44,97 ± 11,55	6,25 ± 3,45	9,24 ± 1,42
	200 - 250	163,1 ± 32,79	105,42 ± 21,74	43,58 ± 11,03	6,68 ± 0,27	7,42 ± 0,2
	250 - 300	174,02 ± 39,98	131,68 ± 26,51	28,45 ± 13,45	5,54 ± 0,33	8,36 ± 0,24
	300 - 350	316,34 ± 37,58	246,72 ± 24,92	55,97 ± 12,65	4,28 ± 0,31	9,38 ± 0,22
	350 - 400	355,66 ± 42,38	283,43 ± 28,1	51,9 ± 14,26	8,52 ± 0,35	11,81 ± 0,25
NRLB	<i>Trung bình</i>	189,27 ± 43,51	134,67 ± 27,71	39,64 ± 13,78	5,33 ± 4,09	9,64 ± 1
	100 - 150	184,62 ± 49,18	130,9 ± 29,26	38,63 ± 16,69	5,98 ± 4,69	9,11 ± 1,07
	150 - 200	193,92 ± 34,71	138,43 ± 31,8	40,64 ± 2,5	4,68 ± 0,3	10,17 ± 0,71
RLN	<i>Trung bình</i>	150,85 ± 37,64	112,24 ± 23,38	28,65 ± 8,81	2,67 ± 2,12	7,3 ± 4,26
	50 - 75	145,1 ± 33,94	107,76 ± 21,79	29,87 ± 7,49	1,56 ± 2,19	5,9 ± 3
	75 - 100	156,59 ± 36,89	116,71 ± 23,68	27,42 ± 8,14	3,77 ± 2,38	8,69 ± 3,26
NRLK	<i>Trung bình</i>	70,44 ± 31,2	46,38 ± 21,53	14,63 ± 15,34	2,85 ± 4,52	6,58 ± 2,46
	10 - 50	70,44 ± 21,2	46,38 ± 21,53	14,63 ± 15,34	2,85 ± 4,52	6,58 ± 2,46

Ghi chú: Các giá trị trong bảng là Mean ± SD

Kết quả cho thấy, tổng sinh khối trên mặt đất của tầng cây cao có xu hướng tăng theo từng trạng thái. Tổng sinh khối trung bình trên mặt đất của tầng cây cao đạt giá trị thấp nhất tại trạng thái LRNRL nghèo kiệt (70,44 tấn/ha) và đạt giá trị cao nhất tại trạng thái rừng LRNRL giàu (252,28 tấn/ha). Tương tự như vậy, sinh khối các bộ phận của tầng cây cao (sinh khối thân, cành lớn, cành nhỏ và lá) đạt giá

trị lớn nhất tại trạng thái rừng LRNRL giàu (các giá trị lần lượt là 191,81 m<sup>3</sup>/ha, 44,97 m<sup>3</sup>/ha, 6,25 m<sup>3</sup>/ha, 9,24 m<sup>3</sup>/ha) và đạt giá trị thấp nhất tại trạng thái LRNRL nghèo kiệt (các giá trị lần lượt là 46,38 m<sup>3</sup>/ha, 14,63 m<sup>3</sup>/ha, 2,85 m<sup>3</sup>/ha, 6,58 m<sup>3</sup>/ha).

Trong các bộ phận của tầng cây cao, sinh khối thân đạt giá trị lớn nhất, tiếp theo là sinh khối cành và đạt giá trị thấp nhất là sinh khối cành



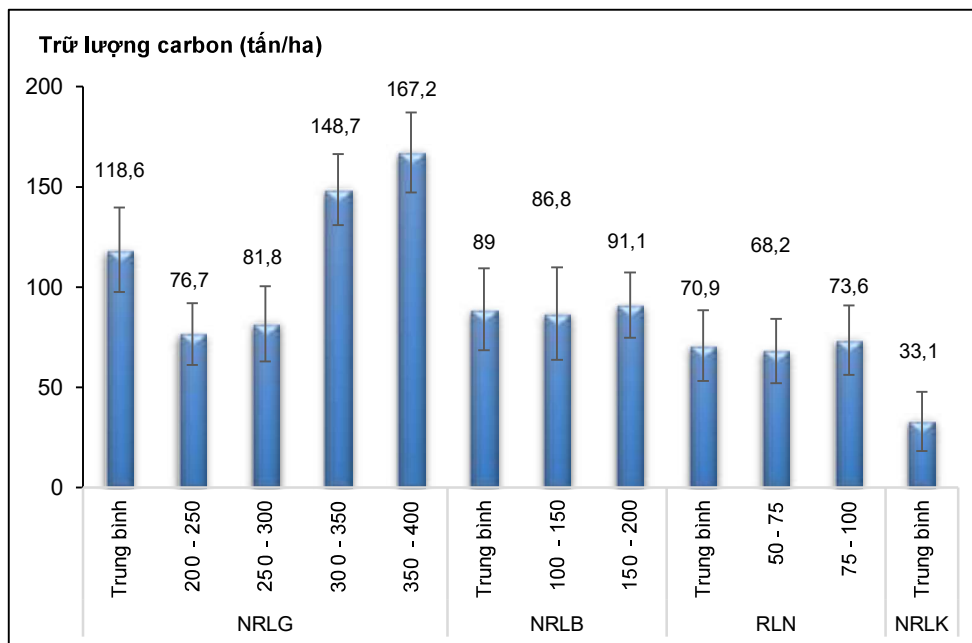
nhỏ. Tại trạng thái NRLG, sinh khối thân, cành lớn, lá và cành nhỏ đạt tỷ lệ lần lượt là 76,03%, 17,83%, 3,66% và 2,48% tổng sinh khối trên mặt đất tầng cây cao. Tại trạng thái NRLB, sinh khối thân, cành lớn, lá và cành nhỏ đạt tỷ lệ lần lượt là 71,15%, 20,94%, 5,09% và 2,82% tổng sinh khối trên mặt đất tầng cây cao. Tại trạng thái NRLN, sinh khối thân, cành lớn, lá và cành nhỏ đạt tỷ lệ lần lượt là 74,41%, 18,99%, 4,84% và 1,77% tổng sinh khối trên mặt đất tầng cây cao. Tại trạng thái NRLK, sinh khối thân, cành lớn, lá và cành nhỏ đạt tỷ lệ lần lượt là 65,84%, 20,77%, 9,34% và 4,05% tổng sinh khối trên mặt đất tầng cây cao.

Quy luật tăng sinh khối trên mặt đất của tầng cây cao cũng được quan sát tương tự trong các cấp trữ lượng trong từng trạng thái rừng. Trong cùng một trạng thái, rừng có trữ lượng càng lớn thì sinh khối trên mặt đất tầng cây cao có giá trị càng lớn. Tại trạng thái rừng tự nhiên NRLG, sinh khối trên mặt đất tầng cây cao biến động trong khoảng từ 163,10 - 355,66 tấn/ha, đạt giá trị cao nhất tại cấp trữ lượng 350 - 400 m<sup>3</sup>/ha và thấp nhất tại cấp trữ lượng 200 - 250 m<sup>3</sup>/ha.

Ở trạng thái rừng NRLN, sinh khối trên mặt đất tầng cây cao biến động trong khoảng từ 145,10 - 156,59 tấn/ha, đạt giá trị cao nhất tại cấp trữ lượng 75 - 100 m<sup>3</sup>/ha và thấp nhất tại cấp trữ lượng 50 - 75 m<sup>3</sup>/ha.

### 3.3. Trữ lượng carbon trên mặt đất tầng cây cao

Trữ lượng carbon trên mặt đất tầng cây cao dao động trong khoảng từ 33,1 - 118,6 tấn/ha, đạt giá trị thấp nhất tại trạng thái NRLK và đạt giá trị lớn nhất tại trạng thái NRLG (Hình 3). Trong cùng một trạng thái, rừng có trữ lượng càng lớn thì trữ lượng carbon trên mặt đất tầng cây cao có giá trị càng lớn. Tại trạng thái rừng tự nhiên NRLG, trữ lượng carbon trên mặt đất tầng cây cao biến động trong khoảng từ 76,7 - 167,2 tấn/ha, đạt giá trị cao nhất tại cấp trữ lượng 350 - 400 m<sup>3</sup>/ha và thấp nhất tại cấp trữ lượng 200 - 250 m<sup>3</sup>/ha. Ở trạng thái rừng NRLB, sinh khối trên mặt đất tầng cây cao biến động trong khoảng từ 86,8 - 91,1 tấn/ha, đạt giá trị cao nhất tại cấp trữ lượng 150 - 200 m<sup>3</sup>/ha và thấp nhất tại cấp trữ lượng 100 - 150 m<sup>3</sup>/ha.



**Hình 3.** Trữ lượng carbon trên mặt đất tầng cây cao ở trong các trạng thái rừng khác nhau của kiểu rừng tự nhiên LRNRL tại Khu DTSQ Đồng Nai

### 3.4. Thảo luận

Sinh khối cây cá lè tập trung chủ yếu ở sinh khối thân cây, tiếp đến là bộ phận cành lớn, lá và thấp nhất là cành nhỏ. Nghiên cứu của Vũ Đức Quỳnh và Võ Đại Hải (2014) khi nghiên cứu khả năng lưu trữ carbon của rừng khộp tại Tây Nguyên của 6 loài cây cá lè chiếm ưu thế cũng cho kết quả tương tự khi cho thấy, sinh khối bộ phận thân chiếm tới 49,38 - 64,95%, sinh khối cành (bao gồm cả cành lớn và cành nhỏ) chiếm tới 13,25 - 21,50%. Nghiên cứu của Võ Đại Hải và Đặng Thịnh Triều (2012) đối với kiểu rừng LRNRL (bán thường xanh) khu vực Tây Nguyên cho thấy, sinh khối khô cây cá lè ở tập trung chủ yếu ở phần thân cây, dao động từ 63,16 - 66,30%, tiếp đến là sinh khối cành (dao động từ 9,52 - 16,44%).

Trữ lượng carbon trên mặt đất tầng cây cao đạt giá trị thấp nhất tại trạng thái NRLK, (trung bình 33,1 tấn/ha) và đạt giá trị lớn nhất tại trạng thái NRLG (trung bình 118,6 tấn/ha). Nghiên cứu của Võ Đại Hải và Đặng Thịnh Triều (2012) trên 2 trạng thái rừng trung bình (NRLB) và rừng giàu (NRLG) cho giá trị thấp hơn nhưng không đáng kể (đối với rừng NRLB, trữ lượng carbon đạt 91,21 tấn/ha, đối với rừng NRLG trữ lượng carbon đạt 108,14 tấn/ha). So sánh với các kiểu rừng khác tại khu vực Tây Nguyên thì trữ lượng carbon trên mặt đất tầng cây cao của trạng thái NRLG cao hơn so với cùng loại trạng thái này ở kiểu rừng khộp (trữ lượng carbon trạng thái rừng lá rộng

rụng lá giàu đạt 90,58 tấn/ha) nhưng thấp hơn so với cùng loại trạng thái này ở kiểu rừng lá rộng thường xanh (trữ lượng carbon trạng thái rừng lá rộng thường xanh giàu đạt 312,6 tấn/ha) (Võ Đại Hải, Đặng Thịnh Triều, 2012).

### IV. KẾT LUẬN

Cấu trúc sinh khối các bộ phận cây cá lè tại kiểu rừng tự nhiên LRNRL tuân theo quy luật khi cỡ đường kính của cây càng lớn thì sinh khối thân cây có xu hướng chiếm tỷ lệ lớn, tuy nhiên, tổng sinh khối lá có xu hướng ngược lại.

Tổng sinh khối trên mặt đất của tầng cây cao có xu hướng tăng theo từng trạng thái. Tổng sinh khối trung bình trên mặt đất của tầng cây cao đạt giá trị thấp nhất tại trạng thái LRNRL nghèo kiệt (70,44 tấn/ha) và đạt giá trị cao nhất tại trạng thái rừng LRNRL giàu (252,28 tấn/ha). Trong các bộ phận của tầng cây cao, sinh khối thân đạt giá trị lớn nhất, tiếp theo là sinh khối cành và đạt giá trị thấp nhất là sinh khối cành nhỏ. Mặt khác, trong cùng một trạng thái, rừng có trữ lượng càng lớn thì sinh khối trên mặt đất tầng cây cao có giá trị càng lớn.

Trữ lượng carbon trên mặt đất tầng cây cao đạt giá trị thấp nhất tại trạng thái NRLK, (trung bình 33,1 tấn/ha) và đạt giá trị lớn nhất tại trạng thái NRLG (trung bình 118,6 tấn/ha). Trong cùng một trạng thái, rừng có trữ lượng càng lớn thì trữ lượng carbon trên mặt đất tầng cây cao có giá trị càng lớn.

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. *Albizia grandibracteata* and *Trichilia dregeana*. Carbon Balance and Management. 2019 Dec;14(1):18. DOI: 10.1186/s13021-019-0134-8.
2. Bộ NN&PTNT, 2018. Thông tư số 33/2018/TT-BNNPTNT ngày 16/11/2018 quy định về điều tra, kiểm kê và theo dõi diễn biến rừng.
3. Trần Lâm Đồng, 2018. Nghiên cứu đánh giá diễn thế phục hồi hệ sinh thái rừng và đề xuất giải pháp bảo tồn tại Khu Dự trữ sinh quyển Đồng Nai. Báo cáo tổng kết Đề tài cấp quốc gia, Bộ KH&CN.
4. Gisel Reyes, Sandra Brown, Jonathan Chapman, Ariel E.Lugo, 1992. Wood Densities of tropical Tree Species.
5. Võ Đại Hải, Đặng Thịnh Triều, 2012. Nghiên cứu khả năng hấp thụ carbon của rừng tự nhiên hỗn giao, bán thường xanh, và rụng lá ở Tây Nguyên. Báo cáo tổng kết đề tài cấp Bộ.

6. Bảo Huy, 2012. Xác định lượng CO<sub>2</sub> hấp thụ của rừng hỗn giao vùng Tây Nguyên làm cơ sở tham gia chương trình giảm thiểu khí phát thải từ suy thoái và mất rừng. Báo cáo tổng kết đề tài khoa học và công nghệ cấp Bộ. Bộ Giáo dục và Đào tạo. Trường ĐH Tây Nguyên.
7. Bảo Huy, 2013. Mô hình sinh trắc và viễn thám GIS để xác định CO<sub>2</sub> hấp thụ của rừng hỗn giao vùng Tây Nguyên. NXB Khoa học và Kỹ thuật.
8. IPCC, 2006. 2006 IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme. IGES, Japan.
9. Vũ Đức Quỳnh, Võ Đại Hải, 2014. Nghiên cứu khả năng lưu trữ carbon của rừng khộp tại Tây Nguyên. Tạp chí Khoa học Lâm nghiệp 3308-3317.
10. Nguyen Van Thinh, Tran Lam Dong, Nguyen Van Tuan, Doan Trung Hieu, Pham Tien Dung, Nguyen Huy Hoang, Nguyen Viet Cuong, Vo Dai Nguyen, Nguyen Van Bich, Nguyen Van Cuong, Nguyen Trung Phong, Do Dang Hung and Nguyen Trong Han, 2023. Establishing allometric equation based on 3D Scanning Technique - Non - Destructive Sampling method. International Journal of Agricultural and Statistical Sciences 19: 1-8.
11. UNFCCC, 2015. Measurements for Estimation of Carbon Stocks in Afforestation and Reforestation Project Activities under the Clean Development Mechanism.

**Email tác giả liên hệ:** phamtiendungvafs@gmail.com.

**Ngày nhận bài:** 07/05/2024

**Ngày phản biện đánh giá và sửa chữa:** 13/05/2024

**Ngày duyệt đăng:** 16/05/2024