

Trữ lượng carbon và lượng giá khả năng hấp thụ khí CO₂ của rừng hỗn giao lá rộng lá kim ở Vườn Quốc gia Bidoup – Núi Bà

Đỗ Thị Hồng Hòa¹, Đặng Minh Trí², Nguyễn Quốc Đạt², Nguyễn Lê Xuân Bách², Phan Minh Sáng², Nguyễn Thế Văn², Nguyễn Thành Lực², Lê Bửu Thạch², Lê Văn Hương³, Lê Văn Sơn³, Lưu Hồng Trường^{2,*}



Use your smartphone to scan this QR code and download this article

¹Học viện Khoa học và Công nghệ, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam, Việt Nam

²Viện Sinh thái học Miền Nam, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam, Việt Nam

³Vườn Quốc gia Bidoup – Núi Bà, tỉnh Lâm Đồng, Việt Nam

Liên hệ

Lưu Hồng Trường, Viện Sinh thái học Miền Nam, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam, Việt Nam

Email: hongtruongluu@gmail.com

Lịch sử

- Ngày nhận: 05-8-2021
- Ngày chấp nhận: 21-10-2021
- Ngày đăng: 30-11-2021

DOI: 10.32508/stdjsee.v5iSI2.627



Bản quyền

© ĐHQG Tp.HCM. Đây là bài báo công bố mở được phát hành theo các điều khoản của the Creative Commons Attribution 4.0 International license.



TÓM TẮT

Rừng là bể chứa carbon trên cạn lớn nhất, chiếm hơn 800 tỷ m³ tấn carbon toàn cầu. Sinh khối và động thái carbon rừng nhiệt đới được xem là thông số quan trọng để đánh giá chu trình carbon và biến đổi khí hậu. Nghiên cứu trữ lượng carbon rừng và lượng giá giá trị carbon rừng hỗn giao lá rộng lá kim thuộc Vườn Quốc gia Bidoup – Núi Bà sử dụng phần mềm thống kê R và phương pháp ước tính sinh khối ước tính sinh khối trên mặt đất của Chave et al. (2005) công bố cho rừng hỗn giao nhiệt đới, từ đó lượng giá giá trị carbon rừng tại khu vực nghiên cứu. Kết quả nghiên cứu cho thấy: Phân tích ghép nhóm (Cluster Analysis) các biến địa hình gồm độ cao, độ dốc, hướng phơi và độ lồi ở mỗi ô tiêu chuẩn 0,04ha và xác định được 04 dạng địa hình chính tại ô mẫu Bidoup: Dốc, Khe, Thung lũng và Đỉnh. Khu vực nghiên cứu có mật độ AGB là 524,6 Mg/ha, mật độ TBD là 612,4 Mg/ha, mật độ carbon là 289,7 MgC/ha và họ có AGB và TBD cao nhất là họ Fagaceae (Dẻ). Theo phân tích ANOVA, số cây và tiết diện ngang có mối tương quan chặt với các dạng địa hình (P-value < 0,05), trong khi đó sinh khối trên mặt đất không có sự tương quan với các dạng địa hình này (P-value > 0,05). Tổng lượng CO₂ hấp thụ ước tính là 1.063,1 tCO₂/ha, với giá trị tương đương 122.469.120 VNĐ/ha. Như vậy, nghiên cứu cung cấp thông tin dữ liệu phát thải CO₂ để xác định tín chỉ carbon rừng trong giảm phát thải và thu được nguồn tài chính từ dịch vụ môi trường rừng. Đây cũng là cơ sở khoa học cho các nghiên cứu tiếp theo về các biện pháp tác động thích hợp để quản lý rừng một cách hiệu quả và bền vững.

Từ khóa: Trữ lượng carbon, hấp thụ CO₂, rừng hỗn giao, Bidoup – Núi Bà

GIỚI THIỆU

Trong những năm gần đây, vấn đề nóng lên toàn cầu đang nhận được sự quan tâm rất lớn của các nhà quản lý tài nguyên, nhà khoa học, nhà hoạch định chính sách và cộng đồng. Hiện tượng nóng lên toàn cầu là do hoạt động đốt cháy năng lượng, trong đó biến đổi carbon thành khí CO₂ – thành phần chủ yếu tạo ra hiệu ứng nhà kính¹. Khi rừng tăng trưởng và phát triển, carbon trong không khí ở dạng CO₂ được hấp thụ và dự trữ trong các mô thực vật và giúp tăng sinh khối rừng². Rừng là bể chứa carbon trên cạn lớn nhất, chiếm hơn 800 tỷ m³ tấn carbon toàn cầu³. Vì vậy rừng đóng vai trò rất quan trọng trong điều tiết nồng độ CO₂ trong khí quyển và làm giảm hiệu ứng nhà kính.

Rừng nhiệt đới là một trong các hệ sinh thái trên cạn phức tạp và có độ đa dạng sinh học cao⁴, nhờ đó cung cấp các dịch vụ hệ sinh thái vô giá như sản phẩm gỗ, chu trình dinh dưỡng, môi trường sống và giải trí⁵. Trong đó, sinh khối và động thái carbon rừng nhiệt đới được xem là thông số quan trọng để đánh giá chu trình carbon và biến đổi khí hậu toàn cầu⁶. Động thái carbon rừng không chỉ là kết quả của tăng trưởng và

mất cân bằng rừng, mà còn là kết quả của nhiều yếu tố khác như khai thác sản phẩm gỗ, sản xuất năng lượng sinh học, và chính sách quản lý đất rừng⁶.

Rừng có năm bể chứa carbon bao gồm: (1) Sinh khối trên mặt đất; (2) Sinh khối dưới mặt đất; (3) Vật rụng trên nền rừng; (4) Gỗ chết và (5) Carbon hữu cơ trong đất⁷. Ước tính lượng sinh khối carbon (trên mặt đất và dưới mặt đất – MgC/ha) khác nhau tùy thuộc vào mật độ và loại rừng nghiên cứu. Mật độ carbon trung bình của rừng nghèo và trung bình lần lượt chiếm 45% và 70% mật độ carbon trung bình của rừng chưa khai thác⁸.

Có nhiều phương pháp để ước tính trữ lượng carbon rừng, có thể được chia thành ba loại: Phương pháp kiểm kê ô mẫu, phương pháp mô hình hệ sinh thái và phương pháp viễn thám⁸. So với các phương pháp tiếp cận mô hình, dữ liệu kiểm kê rừng là một cách tiếp cận hiệu quả để ước tính carbon rừng trong hoạt động chống biến đổi khí hậu^{9,10}. Sử dụng các phương pháp trên, nhiều nhà nghiên cứu đã ước tính trữ lượng carbon của thảm thực vật rừng và sự thay đổi trữ lượng carbon ở quy mô toàn cầu, quốc gia và khu vực^{9,11}. Chẳng hạn, Houghton và Hackler¹² đưa

Trích dẫn bài báo này: Hòa D T H, Trí D M, Đạt N Q, Bách N L X, Sáng P M, Văn N T, Lực N T, Thạch L B, Hương L V, Sơn L V, Trường L H. **Trữ lượng carbon và lượng giá khả năng hấp thụ khí CO₂ của rừng hỗn giao lá rộng lá kim ở Vườn Quốc gia Bidoup – Núi Bà.** *Sci. Tech. Dev. J. - Sci. Earth Environ.*; 5(2):SI95-SI105.

ra các ước tính về mật độ carbon cho các khu rừng nhiệt đới ẩm, theo mùa và khô ở châu Á không bị xáo trộn; Malhi et al.¹³ xác định cân bằng carbon của rừng nhiệt đới, ôn đới và rừng núi; Chambers et al.¹⁴ đã phát triển một mô hình tương quan về mối quan hệ giữa đường kính ngang ngực và trữ lượng rừng bằng cách sử dụng dữ liệu điều tra ở miền trung Amazon; Chave et al.¹⁵ đã sử dụng mô hình hồi quy dựa vào đường kính DBH của cây để ước tính sinh khối trên mặt đất (AGB) và thực hiện kiểm tra, đánh giá sai số của mô hình này trên các kiểu rừng nhiệt đới tại 27 điểm nghiên cứu trên khắp các vùng nhiệt đới; Bunker et al.¹⁶ mô phỏng sự mất loài và trữ lượng carbon trên mặt đất trong một khu rừng nhiệt đới của Đảo Barro Colorado (BCI), Panama; Nascimento et al.¹⁷ tính toán thay đổi sinh khối trên mặt đất trong khoảng thời gian 11 năm ở một khu rừng đơn chiếm ưu thế Amazon và hai khu rừng đất thấp khác.

Việt Nam thực hiện khảo sát rừng quốc gia theo chu kỳ năm năm một lần bằng hình ảnh vệ tinh quang học như Landsat, vệ tinh SPOT và dữ liệu khảo sát mặt đất. Mặc dù nhận thức được tầm quan trọng của carbon rừng trong bối cảnh biến đổi khí hậu và thực hiện Chương trình của Liên hợp quốc về giảm phát thải từ mất rừng và suy thoái rừng (REDD) nhưng các nghiên cứu ước tính thay đổi sinh khối carbon do thay đổi loại rừng ít được quan tâm. Cho đến nay, đã có một số nghiên cứu về trữ lượng carbon ở rừng nhiệt đới thường xanh của Việt Nam được công bố trên các tạp chí uy tín trong và ngoài nước, chẳng hạn: Luong et al.¹⁸ đã sử dụng SPOT HRV dữ liệu vệ tinh năm 2004, 2011 và dữ liệu khảo sát mặt đất để phân tích sự thay đổi sinh khối của độ che phủ rừng ở Vườn Quốc gia Yok Don, Tây Nguyên của Việt Nam; Huy et al.^{19,20} đã thiết lập phương trình tương quan để ước tính sinh khối từ việc chặt hạ 110 cây thuộc 41 loài tại rừng thường xanh lá rộng vùng Tây Nguyên, Việt Nam; Kralicek et al.²¹ đã thiết lập các phương trình tương quan để ước tính sinh khối carbon tổng, sinh khối carbon trên mặt đất và dưới mặt đất cho rừng khộp và rừng lá rộng thường xanh ở Tây Nguyên Việt Nam và phương trình ước tính sinh khối cho họ Dầu ưu thế tại khu vực nghiên cứu. Như vậy, tùy thuộc vào từng kiểu rừng phù hợp mà các nghiên cứu về carbon rừng ở Việt Nam dựa vào các phương pháp ước tính đã được công bố trước đó trên thế giới^{14,15,22} hoặc từ khảo sát, đánh giá trực tiếp ở các kiểu rừng trong nước.

Trong thời gian qua, Viện Sinh thái học Miền Nam đã thiết lập các ô mẫu định vị ở nhiều kiểu rừng chính ở miền Nam nước ta, nhằm tiến hành các nghiên cứu dài hạn về diễn thế và động thái rừng. Trong đó, ô mẫu định vị tại Vườn Quốc gia Bidoup – Núi Bà có qui mô

đến 20 ha được Viện Sinh thái học miền Nam thiết lập từ năm 2012 thuộc Chương trình Khoa học và Công nghệ trọng điểm cấp Nhà nước KHCN-TN3/11-15 “Thành lập ô nghiên cứu định vị 20 ha để phục vụ nghiên cứu diễn thế tại Vườn Quốc gia Bidoup – Núi Bà”²³. Đây là kiểu rừng kín hỗn giao lá rộng lá kim, á nhiệt đới núi thấp²⁴. Việc khảo sát định kỳ vẫn đang được thực hiện, bao gồm rà soát và chỉnh sửa số liệu đã thu thập trong giai đoạn 1, một phần dữ liệu được chọn lọc và phân tích trong báo cáo này, nhằm góp phần cung cấp một số thông tin cơ bản về trữ lượng carbon và lượng giá khả năng hấp thụ khí CO₂, phục vụ xác định tín chỉ carbon và thu hút nguồn tài chính từ dịch vụ môi trường rừng tại Vườn Quốc gia Bidoup – Núi Bà.

DỮ LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Dữ liệu

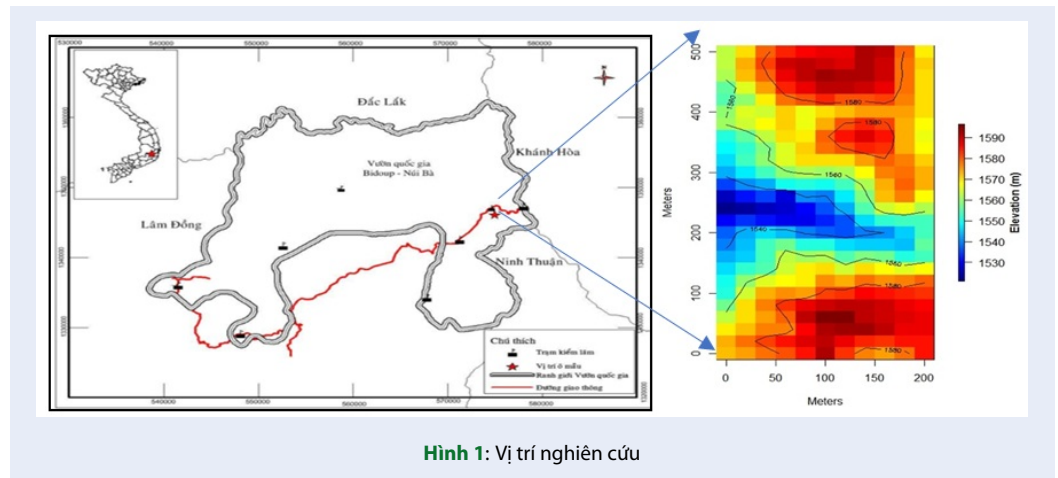
+ Khu vực nghiên cứu

Khí hậu vùng nghiên cứu chia làm 2 mùa rõ rệt: mùa mưa kéo dài từ tháng 4 đến tháng 10; mùa khô kéo dài từ tháng 11 đến tháng 3 năm sau. Nhiệt độ không khí trung bình năm 18°C, lượng mưa trung bình năm 1.800 mm, tại các đai cao trên, lượng mưa có thể đạt 2.800 – 3.000 mm/năm.

Ô mẫu định vị có kích thước 400 m x 500 m, cao độ từ 1.520 m đến 1.580 m so với mực nước biển. Khu vực xung quanh ô mẫu là rừng đặc dụng và rừng được bảo vệ. Ô mẫu được thiết lập với hệ thống 8.181 cọc tiêu cố định bằng ống nhựa PVC khoảng cách 5 x 5 m. Về cơ bản, ô mẫu bao gồm 20 dãy, mỗi dãy có diện tích 1 ha (20 x 500 m). Mỗi dãy được chia thành 25 ô tiêu chuẩn (ÔTC) với kích thước 20 x 20 m (Hình 1).

+ Dữ liệu nghiên cứu

Dữ liệu phục vụ báo cáo này được thu thập từ 10 dãy đầu tiên, tức bao gồm 250 ÔTC với tổng diện tích là 10 ha. Tất cả thực vật thân gỗ với đường kính ngang ngực ($D_{1,3}$) ≥ 1 cm được gắn thẻ, đo tọa độ và đo đường kính ngang ngực theo phương pháp của Trung tâm Nghiên cứu Rừng Nhiệt đới của Smithsonian Tropical Research Institute (Hoa Kỳ) (nay gọi tắt là Forest-GEO)²⁵. Mỗi cá thể được định danh theo tài liệu thực vật học ở Việt Nam và các nước xung quanh, như: Danh lục các loại thực vật Việt Nam của Nguyễn Tiến Bân²⁶, Cây rừng Việt Nam của Viện Điều tra Quy hoạch Rừng²⁷, Cây cỏ Việt Nam của Phạm Hoàng Hộ²⁸, Flora of China của Wu et al.²⁹, Flora of Thailand³⁰ v.v.



Hình 1: Vị trí nghiên cứu

Phương pháp nghiên cứu

+ Phương pháp xác định các biến địa hình

Trong quá trình thiết lập ô mẫu, giá trị biến độ cao địa hình được đo tại các vị trí cách 5 m trong toàn ô. Dựa vào dữ liệu độ cao địa hình thực đo, nghiên cứu này tính toán các biến địa hình tương quan: độ cao, độ dốc, hướng phơi và độ lồi. Trong đó, độ cao ở mỗi ÔTC được tính toán giá trị trung bình của các độ cao ở bốn góc; độ dốc biểu thị mức độ nghiêng trong ÔTC^{31,32}; hướng phơi là hướng của độ dốc, đo theo chiều kim đồng hồ từ 0 đến 360° và độ lồi được định nghĩa là tốc độ thay đổi của độ dốc và là đạo hàm thứ hai của độ cao³³. Như vậy, bốn biến địa hình trên được tính toán cho mỗi ÔTC.

+ Phương pháp ước tính sinh khối trên mặt đất

Sinh khối trên mặt đất (AGB, Mg) của từng cá thể cây rừng ước tính dựa vào phương trình tương quan giữa đường kính và sinh khối được nghiên cứu tại rừng nhiệt đới ẩm. Nghiên cứu này sử dụng phương trình ước tính sinh khối trên mặt đất của Chave et al. (2005) công bố cho rừng hỗn giao nhiệt đới¹⁵.

$$AGB = \rho * \exp(-1,499 + 2,148 * \ln(DBH) + 0,207 * \ln(DBH)^2 - 0,0281 * \ln(DBH)^3) \quad (DBH \text{ từ } 50 \text{ mm} - 1.560 \text{ mm}) \quad (1)$$

trong đó, ρ là tỷ trọng gỗ từng loài (g/cm^3) và DBH là đường kính ngang ngực (cm). Giá trị tỷ trọng gỗ của mỗi loài được sử dụng từ cơ sở dữ liệu của Trung tâm Nghiên cứu Nông Lâm Quốc tế (<http://db.worldagroforestry.org/wd>, ICRAF). Đối với những loài chưa định danh và loài không có trong cơ sở dữ liệu, tỷ trọng gỗ được xác định là trung bình tỷ trọng gỗ của các loài cây rừng nhiệt đới Châu Á (0,57) theo Reyes et al. (1992)³⁴.

Sinh khối trên mặt đất của 250 ÔTC được ước tính dựa trên tổng sinh khối của từng cây trong mỗi ô phụ.

Đối với những cá thể cây có nhiều thân, sinh khối mỗi thân được ước tính và tổng lại cho mỗi cây.

+ Phương pháp ước tính trữ lượng carbon rừng

Tổng sinh khối của thực vật rừng (Total biomass- TB) bao gồm sinh khối trên mặt đất (AGB) và sinh khối dưới mặt đất (BGB), trong đó sinh khối dưới mặt đất được ước tính dựa vào sinh khối trên mặt đất theo phương trình tương quan đã được Pearson et al. (2005) tính cho rừng nhiệt đới³⁵:

$$BGB = \exp(-1,0587 + 0,8836 * \ln(AGB)) \quad (2)$$

Công thức ước tính trữ lượng carbon rừng trên 1 đơn vị diện tích như sau³⁶:

$$\text{Tổng carbon (TC - Mg/ha)} = \text{TBD (Mg/ha)} * \text{Carbon \% (47,3 \%)} \quad (3)$$

Trong đó: TBD (Mg/ha) = TB (Mg)/Diện tích khu vực nghiên cứu (ha) và TB = AGB + BGB;

+ Phương pháp lượng giá khả năng hấp thụ khí CO₂

Khả năng hấp thụ CO₂ của các trạng thái rừng được tính thông qua công thức:

$$CO_2 = C + O_2 \text{ hay Lượng } CO_2 = \text{Lượng } C * 3,67 \quad (44/12) \quad (4)$$

Lượng giá khả năng hấp thụ CO₂ của diện tích rừng được tính theo công thức:

$$\text{Lượng giá hấp thụ } CO_2/\text{ha (VND)} = \text{Lượng } CO_2/\text{ha} * \text{Đơn giá } CO_2e/\text{tấn (USD/Euro)} * \text{Tỉ giá VND thời điểm nghiên cứu} \quad (5)$$

$$\text{Giá trị cả khu vực} = \text{Diện tích (ha)} * \text{Giá hấp thụ } CO_2e/\text{ha} \quad (6)$$

+ Phương pháp xử lý thống kê

Nghiên cứu này sử dụng phần mềm xử lý thống kê R, phiên bản 3.5.3³⁷. Đường kính ngang ngực (cm), tiết diện ngang (m²), tỷ trọng gỗ (g/cm^3), sinh khối khô trên mặt đất (Mg) được tính toán và xử lý số liệu bằng cách sử dụng “CTFS R package” và “ggplot 2 package”. Các biến địa hình (độ cao, độ dốc, hướng phơi, độ lồi) ở mỗi ÔTC được xác định bằng “insol package”.

Sau đó, các biến địa hình được phân loại thành 04 khu vực với 04 dạng địa hình khác nhau: (1) Dốc - Slope, (2) Khe - Gully, (3) Thung lũng - Valley và (4) Đỉnh núi - Ridge bằng cách sử dụng phương pháp phân tích ghép nhóm “cluster package”. Phương pháp ghép nhóm cấp bậc (Hierarchical clustering method) cung cấp một hệ thống phân cấp cho sự giống nhau của các biến địa hình, sử dụng thuật toán liên kết đơn. Ma trận khoảng cách được tính bằng cách sử dụng khoảng cách Euclide. Kết quả ghép nhóm được trình bày dựa trên việc phân cấp với thuật toán khoảng cách tối thiểu Ward.

Sự khác biệt của các biến địa hình trong các nhóm địa hình khác nhau được xác định bằng phương pháp ANOVA một chiều. Hệ số tương quan Pearson được sử dụng để thử nghiệm mối quan hệ giữa sinh khối trên mặt đất và các dạng địa hình. Kiểm định Post hoc bằng phương pháp Tukey’s HSD được sử dụng để kiểm tra sự khác biệt quan trọng giữa các nhóm địa hình.

KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Sinh khối trên mặt đất (AGB) và trữ lượng carbon khu vực nghiên cứu

+ Tổng trữ lượng carbon khu vực nghiên cứu

Tổng sinh khối trên mặt đất (AGB) trên 1 đơn vị diện tích tại khu vực nghiên cứu là 524,6 Mg/ha nằm trong phạm vi sinh khối đối với rừng nhiệt đới ẩm từ 85 Mg/ha - 520 Mg/ha (22), thấp hơn rừng nhiệt đới ở Ấn Độ (1224,91 Mg/ha)³⁸. Sinh khối trên mặt đất trong nghiên cứu này thấp so với một số rừng nhiệt đới.

Ngoài ra, lượng AGB ước tính tùy thuộc vào phương trình ước tính sinh khối được sử dụng. Nghiên cứu này sử dụng phương pháp ước tính cho rừng nhiệt đới ẩm của Chave et al. (2005) do vị trí nghiên cứu thuộc hệ thống ô mẫu của Trung tâm Nghiên cứu Rừng Nhiệt đới (ForestGEO-CTFS), Viện Smithsonian, sử dụng cùng một phương pháp để so sánh với các ô mẫu theo tiêu chuẩn CTFS. Tuy nhiên, nếu so sánh với phương pháp ước tính sinh khối của Huy et al. (2016) công bố cho rừng nhiệt đới ẩm khu vực Tây Nguyên, Việt Nam²⁰ với hai biến số DBH và WD (tỷ trọng gỗ) là $AGB = 0,229594 * (DBH)^{2,461256} * WD$ thì tổng AGB của khu vực nghiên cứu là 445,6 Mg/ha, thấp hơn 15% AGB được ước tính theo phương trình của Chave et al. (2005).

Trong nghiên cứu này, tổng mật độ sinh khối thực vật rừng (TBD) là 621,4 Mg/ha, trong khi mật độ ở rừng của Ấn Độ là 1549.704 Mg/ha³⁸. Murphy & Lugo (1986)³⁹ công bố về sinh khối của rừng nhiệt đới khô (78 tấn Mg/ha - 320 tấn Mg/ha) và Singh et

al. (2011)⁴⁰ đã báo cáo sinh khối của rừng cận nhiệt đới phục hồi là 347 tấn Mg/ha, trong đó sinh khối của rừng này tương đối cao hơn, nhưng thấp hơn so với rừng nhiệt đới ẩm (269 đến 1186 Mg/ha)

Tổng trữ lượng carbon trong nghiên cứu này là 289,7 MgC/ha, cao hơn đáng kể so với rừng hỗn hợp cây lá rộng lá kim ôn đới lạnh ở Trung Quốc (26,76 Mg/ha)⁹ và thấp hơn rừng nhiệt đới ở Ấn Độ (774,77 Mg/ha)³⁸. Khi so sánh với một số nghiên cứu khác, trữ lượng carbon của khu rừng này cao hơn khá nhiều so với rừng nhiệt đới ở Bodamalai (10,9 Mg/ha⁴¹), rừng trên núi ở El Verde, Puerto Rico (134,21 Mg/ha⁴²), rừng mưa nhiệt đới theo mùa ở Xishuangbanna, Trung Quốc (138,73 Mg/ha⁴³).

+ Trữ lượng carbon ở cấp họ

Họ Fagaceae (họ Dẻ) là họ ưu thế tại ô định vị có AGB là 1.566.90 Mg và TC là 850,3 MgC (33,1%), với mật độ trung bình AGB là 156,6 Mg/ha và TC là 89,3 MgC/ha. Các họ Myrtaceae (họ Sim), Ericaceae (họ Đỗ Quyên) có AGB từ 390 - 500 Mg (mật độ từ 39 - 50 Mg/ha) và TC từ 200 - 300 MgC (mật độ từ 20 - 30 MgC/ha) (Bảng 1), chiếm khoảng 7 - 8% tổng lượng carbon tại khu vực. Ngoài ra các họ Pinaceae (Thông), Lauraceae (họ Quế), Magnoliaceae (Ngọc lan), Hamamelidaceae (họ Kim Mai) và họ Pentaphylacaceae (họ Ngũ mạy) có mật độ AGB trung bình từ 20 - 30 Mg/ha và TC trung bình 10 - 20 MgC/ha.

Tương quan giữa sinh khối trên mặt đất với các yếu tố địa hình

+ Phân tích ghép nhóm các biến địa hình (cluster analysis)

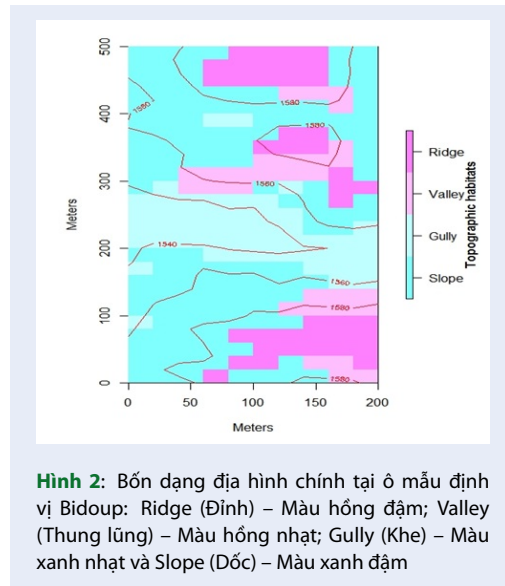
Sử dụng phương pháp phân tích ghép nhóm (cluster analysis) các biến địa hình gồm độ cao (elevation), độ dốc (slope), hướng phơi (aspect), độ lồi (convexity) ở mỗi ô tiêu chuẩn kích thước 20 x 20 m xác định được 04 dạng địa hình chính tại khu vực nghiên cứu, được xem là 04 loại quần xã: (1) Dốc (Slope); (2) Khe (Gully); (3) Thung lũng (Valley) và (4) Đỉnh (Ridge) (Hình 2).

Thung lũng là khu vực thấp nhất tại ô mẫu với độ cao trung bình $1.546,6 \pm 1,3$ m. Đỉnh là khu vực cao nhất với độ cao trung bình $1.581,9 \pm 1,0$ m. Khe là khu vực dốc lồi với độ dốc cao nhất khoảng $26,7 \pm 0,6^\circ$ và Dốc là khu vực đất dốc với hướng phơi cao nhất $222,2 \pm 3,6^\circ$. Trong 04 dạng địa hình trên tại khu vực nghiên cứu, dạng địa hình Dốc chiếm phần lớn diện tích của khu vực (50%), kế tiếp là Khe (23%), Đỉnh (13%) và Thung lũng (15%).

+ Tương quan giữa số cây, tiết diện ngang và sinh khối trên mặt đất với các dạng địa hình

Bảng 1: Sinh khối trên mặt đất và trữ lượng carbon của các họ thực vật

| Họ | Khu vực nghiên cứu | | | | Mật độ | | | |
|------------------|--------------------|----------|----------|----------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | AGB (Mg) | BGB (Mg) | TBD (Mg) | TC (MgC) | AGB (Mg/ha) | BGB (Mg/ha) | TBD (Mg/ha) | TC (MgC/ha) |
| Fagaceae | 1.566,9 | 230,9 | 1.797,8 | 850,3 | 156,7 | 23,1 | 179,8 | 85,0 |
| Myrtaceae | 500,4 | 84,2 | 584,6 | 276,5 | 50,0 | 8,4 | 58,5 | 27,7 |
| Ericaceae | 390,0 | 67,6 | 457,6 | 216,4 | 39,0 | 6,8 | 45,8 | 21,6 |
| Pinaceae | 291,1 | 52,2 | 343,3 | 162,4 | 29,1 | 5,2 | 34,3 | 16,2 |
| Lauraceae | 268,1 | 48,5 | 316,6 | 149,8 | 26,8 | 4,9 | 31,7 | 15,0 |
| Magnoliaceae | 255,3 | 46,5 | 301,8 | 142,7 | 25,5 | 4,6 | 30,2 | 14,3 |
| Hamamelidaceae | 234,7 | 43,1 | 277,8 | 131,4 | 23,5 | 4,3 | 27,8 | 13,1 |
| Pentaphylacaceae | 196,5 | 36,9 | 233,4 | 110,4 | 19,7 | 3,7 | 23,3 | 11,0 |
| Rosaceae | 121,8 | 24,2 | 146,0 | 69,0 | 12,2 | 2,4 | 14,6 | 6,9 |
| Ebenaceae | 117,6 | 23,4 | 141,0 | 66,7 | 11,8 | 2,3 | 14,1 | 6,7 |



Hình 2: Bốn dạng địa hình chính tại ô mẫu định vị Bidoup: Ridge (Đỉnh) – Màu hồng đậm; Valley (Thung lũng) – Màu hồng nhạt; Gully (Khe) – Màu xanh nhạt và Slope (Dốc) – Màu xanh đậm

Kết quả phân tích mối tương quan giữa số cây, tiết diện ngang và sinh khối trên mặt đất với các dạng địa hình được trình bày trong Bảng 2.

* Số cây và tiết diện ngang:

Kết quả nghiên cứu cho thấy: Số lượng cây, tiết diện ngang và sinh khối trên mặt đất ở địa hình Dốc cao nhất (chiếm gần 50% tổng ô), kế tiếp là địa hình Khe (chiếm khoảng 20 – 25%), địa hình Đỉnh (chiếm khoảng 15%) và ở địa hình Thung lũng thấp nhất (chiếm khoảng 10% tổng ô) (Bảng 2).

Kết quả phân tích mối tương quan theo phân tích ANOVA cho thấy: Số lượng cây và tiết diện ngang cho thấy có sự khác biệt đáng kể giữa các dạng địa hình, có

nghĩa là số lượng cây và tiết diện ngang có tương quan với các dạng địa hình này (lần lượt là $p < 2,2 \cdot e^{-16}$; $p = 2,5 \cdot e^{-06}$) (Hình 3).

* Sinh khối trên mặt đất:

Sinh khối trên mặt đất phân bố theo ô tiêu chuẩn 0,04 ha và mối tương quan giữa AGB theo các dạng địa hình bằng phân tích ANOVA được thể hiện trong Hình 4.

Hầu hết ô tiêu chuẩn 20 x 20 m tại ô mẫu định vị Bidoup có sinh khối trên mặt đất từ 20 – 40 Mg, trong khi đó chỉ có 1 ô tiêu chuẩn có sinh khối cao hơn 60 Mg. Kết quả phân tích mối tương quan giữa sinh khối trên mặt đất với các yếu tố địa hình cho thấy không có sự khác biệt về sinh khối trên mặt đất giữa các dạng địa hình tại ô mẫu định vị Bidoup ($p = 0,925$).

Lượng giá khả năng hấp thụ khí CO₂ của khu vực nghiên cứu

Theo giá CO₂ tạm tính vào tháng 12/2020 là 5 USD/tấn CO₂. Căn cứ vào tổng lượng CO₂ hấp thụ của khu vực nghiên cứu tính được giá trị cho khả năng hấp thụ CO₂ của rừng được thống kê ở Bảng 3.

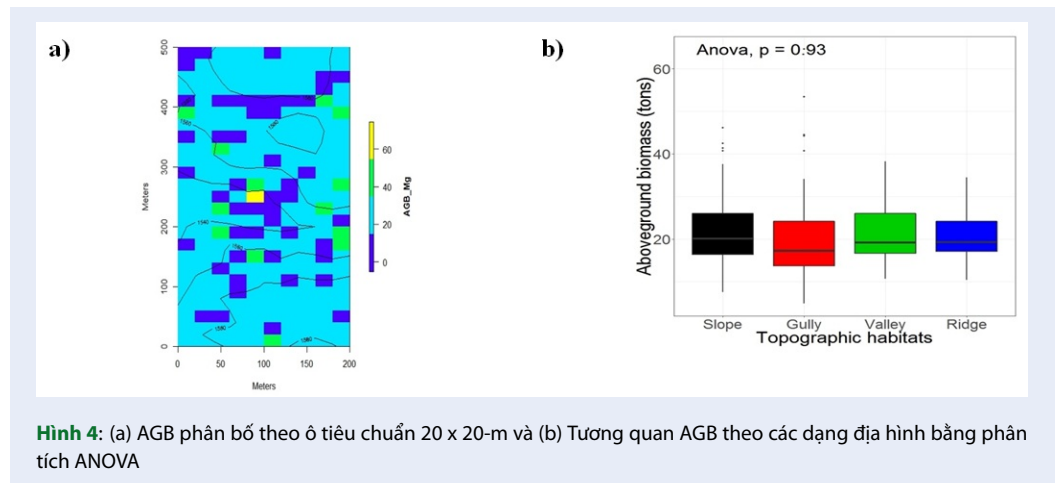
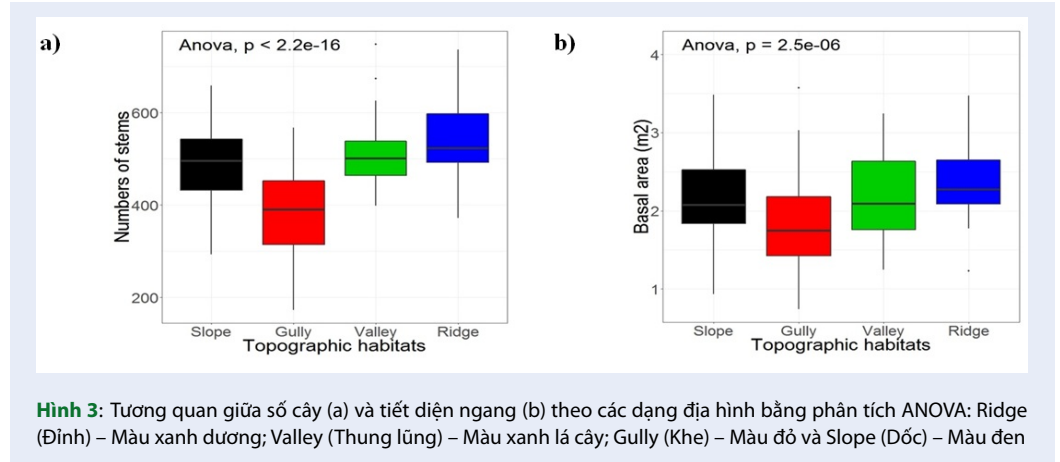
Như vậy, lượng giá giá trị khả năng hấp thụ CO₂ tại ô mẫu định vị là 122.469.120 VNĐ/ha, nếu tính toàn khu vực nghiên cứu là 1.224.691.200 VNĐ. Đây là cơ sở cho việc thực hiện chi trả dịch vụ môi trường rừng tại Vườn Quốc gia Bidoup – Núi Bà.

So sánh với kết quả nghiên cứu tại một số kiểu rừng ở Việt Nam (Bảng 4) thì trữ lượng carbon và tổng lượng khí CO₂ hấp thụ khá cao, cao hơn rất nhiều so với kiểu rừng ngập mặn và chỉ thấp hơn kiểu rừng thường xanh tại khu vực Tây Nguyên, nên lượng giá khả năng hấp thụ CO₂ cũng cao. Do giá trị kinh tế của rừng

Bảng 2: Tương quan giữa số cây, tiết diện ngang và sinh khối trên mặt đất với các yếu tố địa hình

| Khu vực nghiên cứu | Dốc | | Khe | | Thung lũng | | Đỉnh | | P-value | |
|----------------------|----------|----------|----------|----------|------------|--------|----------|--------|---------|---------------|
| | Số lượng | % | Số lượng | % | Số lượng | % | Số lượng | % | | |
| ÔTC (0,04 ha) | 250 | 131 | 52,4 | 49 | 19,6 | 29 | 11,6 | 41 | 16,4 | |
| Diện tích (ha) | 10 | 5,24 | 52,4 | 1,96 | 19,6 | 1,16 | 11,6 | 1,64 | 16,4 | |
| Số lượng (cây) | 107.768 | 53.776 | 49,9 | 25.972 | 24,1 | 9.807 | 9,1 | 18.213 | 16,9 | < 2.2e-16 *** |
| BA (m ²) | 527,29 | 263,12 | 49,3 | 120,75 | 22,9 | 59,06 | 11,2 | 87,53 | 16,6 | 2,5e-06 *** |
| AGB (Mg) | 5.245,86 | 2.580,96 | 49,2 | 1.190,81 | 22,7 | 671,47 | 12,8 | 802,62 | 15,3 | 0,925 |

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1



Bảng 3: Lượng giá khả năng hấp thụ khí CO₂ của ô mẫu định vị 10 ha thuộc VQG Bidoup – Núi Bà

| STT | Nội dung | Đơn vị | Giá trị |
|-----|---|----------------------|-------------|
| 1 | Diện tích | ha | 10 |
| 2 | Sinh khối trên mặt đất (AGB) | Mg/ha | 524,6 |
| 3 | Sinh khối dưới mặt đất (BGB) | Mg/ha | 87,8 |
| 4 | Tổng sinh khối (TBD = AGB + BGB) | Mg/ha | 612,4 |
| 5 | Tổng trữ lượng carbon (TC = TBD*47,3%) | MgC/ha | 289,7 |
| 6 | Tổng lượng CO ₂ hấp thụ (TCO ₂ = TC*3,67) | tCO ₂ /ha | 1.063,1 |
| 7 | Đơn giá CO ₂ e/tấn* | USD | 5,0 |
| 8 | Tỉ giá VNĐ tại thời điểm nghiên cứu (12/2020) | VNĐ | 23.040 |
| 9 | Giá trị CO ₂ tương đương | USD/ha | 5.315,5 |
| | | VNĐ/ha | 122.469.120 |

(*): <https://www.worldbank.org/en/news/press-release/2020/10/22/vietnam-signs-landmark-deal-with-world-bank-to-cut-carbon-emissions-and-reduce-deforestation>.

Bảng 4: So sánh trữ lượng carbon và lượng giá khả năng hấp thụ khí CO₂ tại một số kiểu rừng ở Việt Nam

| Vị trí nghiên cứu | Kiểu rừng | Trữ lượng carbon (MgC/ha) | Tổng CO ₂ (tCO ₂ /ha) | Đơn giá CO ₂ e/tấn (USD) | | Lượng giá khả năng hấp thụ khí CO ₂ | |
|--|--|---------------------------|---|-------------------------------------|-------------|--|-------------|
| | | | | USD | EURO | USD/ha | VNĐ/ha |
| Bidoup – Núi Bà, Tỉnh Lâm Đồng | Rừng hỗn giao lá rộng lá kim | 289,7 | 1.063,1 | 5 (2020) | | 5.315,5 | 122.469.120 |
| Rừng Rú Chá, tỉnh Thừa Thiên Huế ⁴⁶ | Rừng ngập mặn | 25,4 | | 10 (2013) | | | 39.862.615 |
| Khu dự trữ sinh quyển rừng ngập mặn Cánh Giò, TP. Hồ Chí Minh ⁴⁷ | Rừng ngập mặn | | 110,01 | | 11,3 (2016) | | 30.084.691 |
| Rừng Đước tại huyện Ngọc Hiển và Năm Căn, tỉnh Cà Mau ⁴⁴ | Rừng ngập mặn | 167,4 | 614,5 | 10 (2017) | | | 135.197.400 |
| Rừng Tràm tại tỉnh Sóc Trăng ⁴⁸ | Rừng ngập mặn | | 91,1 | 10 (2017) | | | 2.070.148 |
| Rừng lá rộng thường xanh ở 03 tỉnh Tây Nguyên (Gia Lai, Đắk Lắk và Đắk Nông) ⁴⁵ | Rừng lá rộng thường xanh | | 1.166 | 20 (2012) | | | 498.636766 |
| Vườn Quốc gia Bạch Mã tại huyện Nam Đông, tỉnh Thừa Thiên Huế ⁴⁹ | Rừng kín thường xanh mùa cận nhiệt đới | | 264 | 16,8 | | 4.435,2 | |

phụ thuộc vào đơn giá CO₂e/tấn tại từng thời điểm và các nghiên cứu có đơn giá CO₂e/tấn cao từ gấp đôi đến gấp tư so với ở thời điểm nghiên cứu nên lượng giá giá trị CO₂ ở thời điểm này thấp hơn nghiên cứu tại Rừng Đước tại huyện Ngọc Hiển và Năm Căn, tỉnh Cà Mau⁴⁴ và Rừng lá rộng thường xanh ở 03 tỉnh Tây Nguyên (Gia Lai, Đắk Lắk và Đắk Nông)⁴⁵.

KẾT LUẬN

Qua kết quả nghiên cứu trên đây, tác giả rút ra một số kết luận sau: Phân tích ghép nhóm (Cluster Analysis) các biến địa hình gồm độ cao, độ dốc, hướng phơi và độ lồi ở mỗi ô tiêu chuẩn 0,04 ha và xác định được 04 dạng địa hình chính tại ô mẫu Bidoup: Dốc, Khe, Thung lũng và Đỉnh. Khu vực nghiên cứu có mật độ AGB là 524,6 Mg/ha, mật độ TBD là 612,4 Mg/ha, mật độ carbon là 289,7 MgC/ha và họ có AGB và TBD cao nhất là họ Fagaceae (Dẻ). Theo phân tích ANOVA, số cây và tiết diện ngang có mối tương quan chặt với các dạng địa hình (P-value < 0,05), trong khi đó sinh khối trên mặt đất không có sự tương quan với các dạng địa hình này (P-value > 0,05). Do trữ lượng carbon rừng được xác định dựa vào sinh khối trên mặt đất nên trữ lượng carbon rừng cũng không có sự tương quan với các dạng địa hình này. Tổng lượng CO₂ hấp thu ước tính là 1.063,1 tCO₂/ha, với giá trị tương đương 122.469.120 VNĐ/ha (đơn giá CO₂e/tấn = 5 USD tại thời điểm 12/2020). Như vậy, nghiên cứu cung cấp thông tin dữ liệu phát thải CO₂ để xác định tín chỉ carbon rừng trong giảm phát thải và thu được nguồn tài chính từ dịch vụ môi trường rừng. Ngoài ra, việc xác định mối tương quan giữa số cây, tiết diện ngang và sinh khối trên mặt đất với các dạng địa hình là cơ sở khoa học cho các nghiên cứu tiếp theo ở cấp độ họ, loài trên từng dạng địa hình để quản lý rừng một cách hiệu quả và bền vững.

LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu này được thực hiện trong khuôn khổ của đề tài nghiên cứu khoa học Chương trình Khoa học và Công nghệ trọng điểm cấp Nhà nước KHCN-TN3/11-15 và sự hỗ trợ về kinh phí và kỹ thuật từ Trung tâm Nghiên cứu Rừng Nhiệt đới (CTFS-ForestGEO), Viện Smithsonian, Hoa Kỳ, đặc biệt là Dr. Stuart J. Davies – Giám đốc Trung tâm. Phân tích dữ liệu và chuẩn bị bài báo được tài trợ bởi Bộ Khoa học và Công nghệ thông qua nhiệm vụ khoa học và công nghệ theo nghị định thư “Nghiên cứu biến động của hệ sinh thái rừng tự nhiên và đa dạng sinh học thông qua hệ thống ô mẫu định vị ở miền Nam Việt Nam”, mã số NĐT.99.US/20.

DANH MỤC TỪ VIẾT TẮT

AGB (Mg): Sinh khối trên mặt đất (Aboveground Biomass)
ANOVA: Phương pháp phân tích phương sai
BA (m²): Tiết diện ngang
BGB (Mg): Sinh khối dưới mặt đất (Belowground Biomass)
CTFS: Trung tâm Nghiên cứu Rừng Nhiệt đới, Viện Smithsonian, Hoa Kỳ
D_{1,3} (cm): Đường kính ngang ngực
KHCN-TN3: Khoa học Công nghệ - Tây Nguyên 3
N (cây): Số lượng cây cá thể
ÔTC: Ô tiêu chuẩn
REDD: Giảm phát thải do mất rừng và suy thoái rừng
TB (Mg): Tổng sinh khối rừng
TBD (Mg/ha): Tổng sinh khối rừng trên 1 đơn vị diện tích
TC (Mg/ha): Tổng trữ lượng carbon rừng trên 1 đơn vị diện tích

XUNG ĐỘT LỢI ÍCH

Các tác giả đảm bảo rằng không có xung đột giữa bất kỳ bên nào khác về nội dung của bài báo này.

ĐÓNG GÓP CỦA CÁC TÁC GIẢ

Chủ nhiệm dự án ô mẫu định vị (PI): tác giả Lưu Hồng Trường
Xây dựng ý tưởng nghiên cứu: tác giả Đỗ Thị Hồng Hòa, Lưu Hồng Trường, Phạm Minh Sáng;
Lựa chọn phương pháp nghiên cứu: tác giả Đỗ Thị Hồng Hòa, Lưu Hồng Trường;
Thu thập, phân tích, xử lý số liệu: tác giả Đỗ Thị Hồng Hòa, Đặng Minh Trí, Nguyễn Quốc Đạt, Nguyễn Thế Văn, Lê Bửu Thạch, Nguyễn Thành Lực, Nguyễn Lê Xuân Bách, Lê Văn Hương, Lê Văn Sơn;
Viết bản thảo bài báo: tác giả Đỗ Thị Hồng Hòa.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Alamgir M, Al-Amin M. Allometric models to estimate biomass organic carbon stock in forest vegetation. *Journal of Forestry Research*. 2008;19(2):101; Available from: <https://doi.org/10.1007/s11676-008-0017-4>.
2. Matthews E, Payne R, Rohweder M, Murray S. Forest ecosystem: carbon storage sequestration. *Carbon Sequestration in Soil, Global Climate Change Digest*. 2000;12(2):19-99.
3. Pan Y, Birdsey RA, Fang J, Houghton R, Kauppi PE, Kurz WA, et al. A large and persistent carbon sink in the world's forests. *Science*. 2011;333(6045):988-93; PMID: 21764754. Available from: <https://doi.org/10.1126/science.1201609>.
4. Hamzah MZ, Arifin A, Zaidey A, Azirim A, Zahari I, Hazandy A, et al. Characterizing soil nutrient status and growth performance of planted dipterocarp and non-dipterocarp species on degraded forest land in Peninsular Malaysia. *Journal of Applied Science*. 2009;9:4215-23; Available from: <https://doi.org/10.3923/jas.2009.4215.4223>.
5. Daily GC, Alexander S, Ehrlich PR, Goulder L, Lubchenco J, Matson PA, et al. Ecosystem Services: Benefits Supplied to Human Societies by Natural Ecosystems. *Issues in Ecology*. 1997;2:1 - 16.

6. Malmshiemer RW, Bowyer JL, Fried JS, Gee E, Izlar RL, Miner RA, et al. Managing forests because carbon matters: integrating energy, products, and land management policy. *Journal of Forestry*. 2011;109(75):S7-S50.
7. UNFCCC. Measurements for Estimation of Carbon Stocks in Afforestation and Reforestation Project Activities under the Clean Development Mechanism: A Field Manual Germany: United Nations Framework Convention on Climate Change 2015;.
8. Meyfroidt P, Lambin EF. Forest transition in Vietnam and its environmental impacts. *Global Environmental Change*. 2008;14(6):1319-36; Available from: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2008.01575.x>.
9. Li Q, Tang L-N, Ren Y. Temporal dynamics and spatial variations of forest vegetation carbon stock in Liaoning Province, China. *Journal of Forestry Research*. 2011;22(4):519; Available from: <https://doi.org/10.1007/s11676-011-0195-3>.
10. Brown SL, Schroeder P, Kern JS. Spatial distribution of biomass in forests of the eastern USA. *Forest Ecology and Management*. 1999;123(1):81-90; Available from: [https://doi.org/10.1016/S0378-1127\(99\)00017-1](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(99)00017-1).
11. Woodbury PB, Smith JE, Heath LS, Management. Carbon sequestration in the US forest sector from 1990 to 2010. *Forest Ecology and Management*. 2007;241(1-3):14-27; Available from: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2006.12.008>.
12. Houghton R, Hackler J. Emissions of carbon from forestry and land-use change in tropical Asia. *Global Change Biology*. 1999;5(4):481-92; Available from: <https://doi.org/10.1046/j.1365-2486.1999.00244.x>.
13. Malhi Ya, Baldocchi D, Jarvis P. The carbon balance of tropical, temperate and boreal forests. *Plant, Cell, Environment*. 1999;22(6):715-40; Available from: <https://doi.org/10.1046/j.1365-3040.1999.00453.x>.
14. Chambers JQ, dos Santos J, Ribeiro RJ, Higuchi N. Tree damage, allometric relationships, and above-ground net primary production in central Amazon forest. *Forest Ecology Management*. 2001;152(1-3):73-84; Available from: [https://doi.org/10.1016/S0378-1127\(00\)00591-0](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(00)00591-0).
15. Chave Jr, Andalo C, Brown S, Cairns MA, Chambers J, Eamus D, et al. Tree allometry and improved estimation of carbon stocks and balance in tropical forests. *Oecologia*. 2005;145(1):87-99; PMID: 15971085. Available from: <https://doi.org/10.1007/s00442-005-0100-x>.
16. Bunker DE, DeClerck F, Bradford JC, Colwell RK, Perfecto I, Phillips OL, et al. Species loss and aboveground carbon storage in a tropical forest. *Science*. 2005;310(5750):1029-31; PMID: 16239439. Available from: <https://doi.org/10.1126/science.1117682>.
17. Nascimento MT, Barbosa RI, Villela DM, Proctor J. Above-ground biomass changes over an 11-year period in an Amazon monodominant forest and two other lowland forests. *Plant Ecology*. 2007;192(2):181-91; Available from: <https://doi.org/10.1007/s11258-007-9303-z>.
18. Luong NV, Tateishi R, Hoan NT, Tu TT. An analysis of forest biomass changes using geospatial tools and ground survey data: a case study in Yok Don national park, Central Highlands of Vietnam. *Vietnam Journal of Earth Sciences*. 2014;36(4):439-50; Available from: <https://doi.org/10.15625/0866-7187/36/4/6432>.
19. Huy B, Poudel KP, Temesgen H. Aboveground biomass equations for evergreen broadleaf forests in South Central Coastal ecoregion of Viet Nam: Selection of eco-regional or pantropical models. *Forest Ecology Management*. 2016;376:276-83; Available from: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2016.06.031>.
20. Huy B, Kralicek K, Poudel KP, Phuong VT, Van Khoa P, Hung ND, et al. Allometric equations for estimating tree aboveground biomass in evergreen broadleaf forests of Viet Nam. *Forest Ecology and Management*. 2016;382:193-205; Available from: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2016.10.021>.
21. Kralicek K, Huy B, Poudel KP, Temesgen H, Salas C. Simultaneous estimation of above-and below-ground biomass in tropical forests of Viet Nam. *Forest Ecology Management*. 2017;390:147-56; Available from: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2017.01.030>.
22. Brown S. Estimating biomass and biomass change of tropical forests: a primer: Food & Agriculture Org.; 1997;.
23. Trường LH, et al. Thành lập ô nghiên cứu định vị 25ha để phục vụ nghiên cứu diễn thế tại Vườn Quốc gia Bidoup - Núi Bà. Báo cáo tổng hợp kết quả khoa học công nghệ, Chương trình trọng điểm cấp Nhà Nước KHCN -TN3/11-15 Hà Nội: Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam; 2015;.
24. Trùng TV. Các thảm thực vật rừng Việt Nam. Hà Nội: Nhà xuất bản Khoa học và Công nghệ Việt Nam; 1978;.
25. Condit R. Research in large, long-term tropical forest plots. *Trends in Ecology Evolution*. 1995;10(1):18-22; Available from: [https://doi.org/10.1016/S0169-5347\(00\)88955-7](https://doi.org/10.1016/S0169-5347(00)88955-7).
26. Ban NT. Flora of Vietnam (In Vietnamese). Hanoi: Science and Technology Publishing House; Since 2000;.
27. FIPI. Handbook of Forest Inventory and Planning. Forest Inventory and Planning Institute: Agricultural Publishing House, Ha Noi; 1995;.
28. Ho PH. Cay co Viet Nam: An illustrated flora of Vietnam. Ho Chi Minh City: Young Publishing House; 1999;.
29. Wu Zheng-Yi, Peter H. Raven, Deyuan Hong. Flora of China. Science Press (Beijing) & Missouri Botanical Garden (St. Louis); Since 1994;.
30. Smitinand T, Larsen K. Flora of Thailand: Applied Scientific Research Corporation of Thailand; 1979;.
31. Liu G, Zhao Z. Analysis of Carbon Storage and Its Contributing Factors-A Case Study in the Loess Plateau (China). *Energies*. 2018;11(6):1596; Available from: <https://doi.org/10.3390/en11061596>.
32. Oren R, Ellsworth DS, Johnsen KH, Phillips N, Ewers BE, Maier C, et al. Soil fertility limits carbon sequestration by forest ecosystems in a CO 2-enriched atmosphere. *Nature*. 2001;411(6836):469; PMID: 11373677. Available from: <https://doi.org/10.1038/35078064>.
33. Whitworth M, Anderson I, Hunter G. Geomorphological assessment of complex landslide systems using field reconnaissance and terrestrial laser scanning. *Developments in Earth Surface Processes*. 15: Elsevier; 2011. p. 459-74; Available from: <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-53446-0.00017-3>.
34. Reyes G, Brown S, Chapman J, Lugo AE. Wood densities of tropical tree species. Gen Tech Rep SO-88 New Orleans, LA: US Dept of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 1992;88:15; Available from: <https://doi.org/10.2737/SO-GTR-88>.
35. Pearson T, Walker S, Brown S. Sourcebook for land use, land-use change and forestry projects. USA: Biocarbon Fund and Winrock International; 2005;.
36. IPCC. 2006 IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories; 2006; Available from: <http://www.ipcc-nggip.iges>.
37. R DCT. The R project for statistical computing. [accessed 12 April 2019] 2019; Available from: <http://www.R-project.org>.
38. Pala NA, Negi A, Gokhale Y, Aziem S, Vikrant K, Todaria N. Carbon stock estimation for tree species of Sem Mukhem sacred forest in Garhwal Himalaya, India. *Journal of Forestry Research*. 2013;24(3):457-60; Available from: <https://doi.org/10.1007/s11676-013-0341-1>.
39. Murphy PG, Lugo AE. Structure and biomass of a subtropical dry forest in Puerto Rico. *Biotropica*. 1986;89-96; Available from: <https://doi.org/10.2307/2388750>.
40. Singh B, Tripathi KP, Singh K. Community structure, diversity, biomass and net production in a rehabilitated subtropical forest in north India. *Open Journal of Forestry*. 2011;1(2):11; Available from: <https://doi.org/10.4236/ojf.2011.1.2003>.
41. Pragasana A. Tree carbon stock assessment from the tropical forests of Bodamalai Hills located in India. *Journal of Earth Science Climatic Change*. 2015;6:314; Available from: <https://doi.org/10.4172/2157-7617.1000314>.
42. Jordan CF. Productivity of a tropical forest and its relation to a world pattern of energy storage. *The Journal of Ecology*.

- 1971:127-42; Available from: <https://doi.org/10.2307/2258457>.
43. Shanmughavel P, Zheng Z, Liqing S, Min C. Floristic structure and biomass distribution of a tropical seasonal rain forest in Xishuangbanna, southwest China. *Biomass Bioenergy*. 2001;21(3):165-75; Available from: [https://doi.org/10.1016/S0961-9534\(01\)00023-X](https://doi.org/10.1016/S0961-9534(01)00023-X).
 44. Hà NT, et al. Giá trị tích lũy carbon của rừng Đước (*Rhizophora apiculata* Blume) tại tỉnh Cà Mau. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Lâm Nghiệp*. 2017;6:101 - 7;.
 45. Huy B. Báo cáo tổng kết đề tài cấp Bộ "Xác định lượng CO2 hấp thụ của Rừng lá rộng thường xanh vùng Tây Nguyên làm cơ sở tham gia chương trình giảm thiểu khí phát thải từ suy thoái và mất rừng". Hà Nội: Trường Đại học Tây Nguyên; 2012;.
 46. Tú TT, et al. Định giá giá trị kinh tế môi trường của Rừng ngập mặn Rú Chá, tỉnh Thừa Thiên Huế. *Tạp chí Khoa học - Đại học Huế*. 2015;111(12):189 - 200;.
 47. Kiệt BNT, Nam VN. Lượng carbon được tích lũy của quần thể bản trắng (*Sonneratia alba* J. E. Smith) tự nhiên tại Khu dự trữ sinh quyển rừng ngập mặn Cần Giờ, TP. Hồ Chí Minh. *Tạp chí Rừng và Môi trường*. 2016:25 - 9;.
 48. Toàn NK, Nam VN. Trữ lượng carbon tích tụ của rừng Tràm (*Melaleuca cajuputi* Powell) trồng tại Công ty TNHH MTV Lâm nghiệp Sóc Trăng, tỉnh Sóc Trăng. *Tạp chí Rừng và Môi trường*. 2017:29 - 33;.
 49. Tinh DV, Dũng NT. Nghiên cứu khả năng cố định CO2 của một số trạng thái rừng của Vườn Quốc gia Bạch Mã tại huyện Nam Đông, tỉnh Thừa Thiên Huế. *Tạp chí Khoa học - Đại học Huế*. 2012;71(2):291 - 8;.

Forest carbon stocks and evaluating CO₂ sequestration in the mixed broadleaf and coniferous of Bidoup – Nui Ba National Park, Lam Dong province

Do Thi Hong Hoa¹, Dang Minh Tri², Nguyen Quoc Dat², Nguen Le Xuan Bach², Phan Minh Sang²,
Nguyen The Van², Nguyen Thanh Luc², Le Buu Thach², Le Van Huong³, Le Van Son³, Luu Hong Truong^{2,*}



Use your smartphone to scan this QR code and download this article

ABSTRACT

Forests are the largest terrestrial carbon sink, accounting for more than 800 billion cubic meters of global carbon. The biomass and carbon dynamics of tropical forests are considered as important parameters for assessing the carbon cycle and climate change. Study on forest carbon stock and evaluating CO₂ sequestration in the mixed broadleaf and coniferous forest of Bidoup - Nui Ba National Park used R analysis software and the biomass estimation method of Chave et al. (2005) published for tropical mixed forest, from which to estimate the forest carbon value in the study area. The study results showed that: Cluster analysis of topographic variables including elevation, slope, aspect and convexity in each quadrat of 0.04 ha identified 04 main terrain types in the Bidoup sample plot: Slope, Gully, Valley and Ridge. The study area had an AGB density of 524.6 Mg/ha, a TBD density of 612.4 Mg/ha, a carbon density of 289.7 MgC/ha, and Fagaceae was the highest AGB and TBD. According to ANOVA analysis, AGB did not differ significantly among the four habitats in the Bidoup plot (P-value > 0.05). However, stem density and basal area varied remarkably among the four habitats (P-value < 0.05). The total carbon stock was estimated at 1,063.1 tCO₂/ha, with a equivalent value to 122,469.120 VND/ha. Hence, the study provided CO₂ emission data to determine forest carbon credits in emission reduction and to obtain financial resources from forest environmental services. This is also a scientific basis for further studies on appropriate measures for effective and sustainable forest management.

Key words: Carbon stock, CO₂ sequestration, mixed forest, Bidoup – Nui Ba

¹Graduate University of Science and Technology, Vietnam Academy of Science and Technology, Vietnam

²Southern Institute of Ecology, Vietnam Academy of Science and Technology, Vietnam

³Bidoup – Nui Ba National Park, Lam Dong Province, Vietnam

Correspondence

Luu Hong Truong, Southern Institute of Ecology, Vietnam Academy of Science and Technology, Vietnam

Email: hongtruongluu@gmail.com

History

- Received: 05-8-2021
- Accepted: 21-10-2021
- Published: 30-11-2021

DOI : 10.32508/stdjsee.v5iSI2.627



Copyright

© VNU-HCM Press. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International license.



Cite this article : Hoa D T H, Tri D M, Dat N Q, Bach N L X, Sang P M, Van N T, Luc N T, Thach L B, Huong L V, Son L V, Truong L H. **Forest carbon stocks and evaluating CO₂ sequestration in the mixed broadleaf and coniferous of Bidoup – Nui Ba National Park, Lam Dong province.** *Sci. Tech. Dev. J. - Sci. Earth Environ.*; 5(2):SI95-SI105.