



SỬ DỤNG ẢNH VỆ TINH ĐỂ XÁC ĐỊNH TRỮ LƯỢNG CACBON CỦA CÂY LÂU NĂM Ở HUYỆN BỐ TRẠCH, TỈNH QUẢNG BÌNH

Phạm Quốc Trung¹, Nguyễn Hoàng Khánh Linh², Huỳnh Văn Chương³, Nguyễn Văn Tiến²

¹ Sở Tài nguyên và Môi trường tỉnh Quảng Bình, 105 Hữu Nghị - Đồng Hới - Quảng Bình, Việt Nam

² Trường Đại học Nông Lâm, Đại học Huế, 102 Phùng Hưng, Huế, Việt Nam

³ Đại học Huế, 3 Lê Lợi, Huế, Việt Nam

Tóm tắt: Hiện nay, phần lớn các nghiên cứu về đánh giá khả năng hấp thụ cacbon chủ yếu trên đất rừng, trong khi các nghiên cứu về xác định trữ lượng cacbon của đất sản xuất nông nghiệp còn rất ít. Nghiên cứu này được thực hiện nhằm mục đích đánh giá khả năng tích lũy cacbon của loại hình sử dụng đất trồng cây lâu năm tại huyện Bố Trạch, tỉnh Quảng Bình. Để thực hiện mục tiêu đó, nghiên cứu đã phối hợp kết quả phân loại ảnh viễn thám Landsat với số liệu điều tra thực địa để xác định sinh khối, trữ lượng cacbon tích lũy của cây lâu năm ở huyện Bố Trạch. Kết quả nghiên cứu cho thấy, diện tích trồng cây lâu năm chiếm 11.362,62 ha, chủ yếu là cây cao su. Trữ lượng sinh khối và cacbon trên ảnh của cây cao su tại các ô tiêu chuẩn có giá trị sinh khối trung bình là 40,53 tấn/ha, giá trị cacbon trung bình là 20,28 tấn/ha. Việc xác định sinh khối và trữ lượng cacbon của cây lâu năm cung cấp cơ sở khoa học và tạo điều kiện thuận lợi cho việc điều chỉnh quy hoạch sử dụng đất trong thời gian tới nhằm nâng cao khả năng tích lũy cacbon trong đất hướng đến hạn chế biến đổi khí hậu.

Từ khóa: cacbon, cây lâu năm, cao su, viễn thám, Bố Trạch, Quảng Bình

1 Đặt vấn đề

Biến đổi khí hậu và những tác động mạnh mẽ của nó trong thời gian gần đây đang là mối quan ngại to lớn của nhân loại. Các nhà khoa học trên thế giới đã phát hiện ra rằng: Đất có một đặc tính quan trọng ít được chú ý đó là “*Khả năng cô lập cacbon, giảm phát thải khí nhà kính*” [12]. Do vậy, việc tìm hiểu mối liên hệ giữa cacbon với một số loại hình sử dụng đất nông nghiệp đang là một vấn đề rất được quan tâm trên thế giới nói chung cũng như ở Việt Nam nói riêng. Nó không chỉ đơn thuần xác định được lượng tích lũy cacbon trong đất mà còn đánh giá được loại hình sử dụng đất cho khả năng tích lũy lượng cacbon tốt nhất từ đó điều chỉnh quy hoạch theo hướng bảo vệ môi trường, chống biến đổi khí hậu [13].

Với trữ lượng cacbon vào khoảng 1500 tỉ tấn, đất là bể cacbon lớn thứ hai trên trái đất sau đại dương, lớn hơn hai lần lượng cacbon trong không khí và khoảng ba lần lượng cacbon tích

* Liên hệ: phamquoctrung.tnmt@gmail.com

lũy trong thực vật của các hệ sinh thái trên cạn [2] và là mắt xích quan trọng trong chu trình cacbon toàn cầu [3]. Ở Việt Nam, cùng với việc tham gia vào chương trình REDD+, các nhà khoa học đã tiến hành nhiều nghiên cứu nhằm xác định lượng cacbon tích lũy trong các hệ sinh thái, các loại hình sử dụng đất nhằm xác định hạn ngạch cacbon trong giảm phát thải và thu được nguồn tài chính từ dịch vụ môi trường hấp thụ cacbon [4]. Tuy đã có nhiều công trình, một số hướng dẫn về việc điều tra và xác định trữ lượng cacbon cấp quốc gia, nhưng các nghiên cứu chỉ dừng lại ở việc đánh giá khả năng hấp thụ cacbon của đất rừng, mà chưa xác định trữ lượng cacbon của các loại đất sản xuất nông nghiệp. Do vậy, nghiên cứu này được thực hiện chủ yếu để xác định trữ lượng cacbon của cây trồng lâu năm. Hiện nay, hướng tiếp cận mới của thế giới về biến đổi khí hậu là nghiên cứu các biện pháp thích ứng, thích nghi với sự thay đổi của khí hậu không chỉ dừng ở phạm vi toàn cầu và khu vực, mà tập trung vào phạm vi địa phương để đề xuất các biện pháp làm giảm đáng kể lượng cacbon trong khí quyển bằng cách sử dụng đất, sử dụng công nghệ quản lý đất để giảm khí nhà kính [11].

Trong những năm gần đây, ở Việt Nam có khá nhiều các nghiên cứu liên quan đến việc xác định sinh khối sử dụng phương pháp lập ô tiêu chuẩn và đo đếm trực tiếp từ thực địa [4], [7]. Phương pháp này cho độ chính xác cao nhưng mất rất nhiều thời gian và tốn kém, đặc biệt khó áp dụng ở những nơi xa xôi và có điều kiện địa hình phức tạp. Với tính ưu việt của công nghệ viễn thám và kỹ thuật GIS, kết hợp với điều tra thực địa để xác định trữ lượng carbon cho thảm thực vật được coi như là một phương pháp tiếp cận mới hiện nay [13]. Nghiên cứu này được thực hiện nhằm mục đích sử dụng ảnh viễn thám để tính toán nhanh trữ lượng cacbon trên mặt đất của cây trồng lâu năm trên địa bàn huyện Bố Trạch, tỉnh Quảng Bình.

2 Dữ liệu và phương pháp nghiên cứu

2.1 Dữ liệu nghiên cứu

Trong nghiên cứu này, sinh khối và trữ lượng cacbon thực tế của cây lâu năm được thu thập tại huyện Bố Trạch, tỉnh Quảng Bình thông qua điều tra thực địa tại 30 ô tiêu chuẩn (ÔTC). Chi tiết về dữ liệu điều tra thực tế được đề cập ở Bảng 3.

Ngoài ra, dữ liệu ảnh vệ tinh Landsat 8 được tải miễn phí từ trang <https://earthexplorer.usgs.gov/> với thông số cụ thể như Bảng 1 được sử dụng để giải đoán, xây dựng bản đồ trữ lượng cacbon cây lâu năm trên địa bàn huyện Bố Trạch, tỉnh Quảng Bình. Trong nghiên cứu này, các kênh đa phổ của ảnh Landsat được tăng độ phân giải lên 15 m thông qua kỹ thuật trộn ảnh với toàn sắc (Kênh 8) [17].

Bảng 1. Thông số ảnh vệ tinh sử dụng nghiên cứu

Năm chụp ảnh	Chi tiết	Thông số
2016	Ngày chụp	7/4/2016
	Chất lượng hình ảnh	9
	Độ che phủ mây	4,5 %
	Góc chụp	110,01859622°
	Độ cao chụp	63,5248634°

2.2 Phương pháp nghiên cứu

Phương pháp thu thập số liệu

Để phục vụ cho nghiên cứu, nhóm tác giả đã thu thập các báo cáo thống kê, kiểm kê đất đai năm 2015, 2016, các loại bản đồ chuyên đề như bản đồ hiện trạng sử dụng đất năm 2015, bản đồ địa hình, điều kiện tự nhiên – kinh tế xã hội và các loại tài liệu khác có liên quan đến nội dung nghiên cứu, các thông tin từ các đơn vị, phòng, ban huyện Bố Trạch và Sở tài nguyên và môi trường tỉnh Quảng Bình. Trên cơ sở số liệu đã thu thập được, nhóm đã tiến hành sử dụng ảnh Landsat để giải đoán.

Phương pháp xác định sinh khối và cacbon

Để thực hiện nghiên cứu này, nhóm nghiên cứu sử dụng 2 phương pháp xác định sinh khối gồm: Xác định sinh khối thực tế thông qua việc điều tra thực địa và phương pháp xác định bằng ảnh viễn thám. Việc xác định sinh khối ngoài thực tế thông qua điều tra thực địa nhằm cung cấp dữ liệu đầu vào cho tính toán trên ảnh viễn thám, đồng thời là cơ sở để kiểm tra độ chính xác kết quả tính toán trên ảnh. Các phương pháp được mô tả chi tiết như sau:

– Phương pháp xác định sinh khối trên thực địa

Để xác định sinh khối thực tế của đất trồng cây lâu năm, nghiên cứu sử dụng phương pháp lập ô tiêu chuẩn tại các khu vực đất trồng cây lâu năm cần nghiên cứu. Thiết kế các ô tiêu chuẩn bằng cách khảo sát thực địa, xác định địa hình, phân bố cây trong khu vực nghiên cứu, chọn địa điểm tiến hành lập ô tiêu chuẩn, mô tả vị trí lập ô tiêu chuẩn. Lập ô tiêu chuẩn điển hình đại diện cho các vùng trồng cây lâu năm khác nhau. Trong nghiên cứu này nhóm tác giả sử dụng máy GPS Garmin Etrex10 để tiến hành bấm điểm GPS tại các ÔTC. Điểm đặt ô tiêu chuẩn được lựa chọn theo phương pháp chọn mẫu ngẫu nhiên dọc theo các tuyến đường để tiện cho việc thu thập số liệu.

– Điều tra thu thập số liệu trên các ô tiêu chuẩn

Căn cứ theo phương pháp bố trí ô tiêu chuẩn lấy mẫu của Winrok [17], kết hợp với việc điều tra thực địa, áp dụng với điều kiện địa hình và phân bố của đất trồng cây lâu năm tại huyện Bố Trạch, nhóm đã tiến hành xây dựng 30 ÔTC hình vuông với kích thước 10 m × 10 m. Sau khi xác định tên cây trong ÔTC, tiến hành thu thập số liệu trên ÔTC cho đối tượng là cây lâu năm gồm các chỉ tiêu sau:

Đo chu vi thân cây ($G_{1,3}$, cm), chiều cao vút ngọn (H_{vn} , m) và độ cao địa hình, tiến hành quy đổi ra đường kính ($D_{1,3}$, cm) theo công thức (1)

$$D = G/3,14cm \quad (1)$$

Sau khi thu thập các chỉ số $D_{1,3}$ và H_{vn} của cây lâu năm trong các ô tiêu chuẩn, tiến hành xác định sinh khối và trữ lượng của loại hình sử dụng đất trồng cây lâu năm theo công thức của Brown [5], tính sinh khối dựa vào đường kính và chiều cao theo công thức (2)

$$AGB = \exp(-3,1141 + 0,9719 \cdot \ln(D^2 \cdot H)) \text{ (kg)} \quad (2)$$

trong đó AGB là sinh khối trên mặt đất; \exp là hàm trả về giá trị lũy thừa của cơ số e ; D là đường kính ngang ngực (cm), H là chiều cao vút ngọn (m).

Theo Ủy ban liên Chính phủ về Biến đổi khí hậu (IPCC) năm 2003 thì lượng carbon được tính thông qua hệ số mặc định với sinh khối khô theo công thức (3) [9]:

$$CBS = 0,5 \cdot TAB \text{ (tấn/ha)} \quad (3)$$

trong đó TAB là tổng sinh khối trên mặt và được tính theo công thức (4)

$$TAB = AGB + BGB \text{ (sinh khối các bộ phận cây dưới mặt đất)} \quad (4)$$

Tuy nhiên, như đã trình bày ở phần đặt vấn đề thì nghiên cứu này chỉ tính sinh khối trên mặt đất nên trữ lượng carbon được tính thể hiện qua công thức (5)

$$CBS = 0,5 \cdot AGB \quad (5)$$

Trữ lượng CO_2 được tính theo công thức (6)

$$CO_2 = 3,67 \cdot CBS \quad (6)$$

Tiến hành thu thập những số liệu: số hiệu, kích thước và tọa độ của ÔTC; tên loài cây; khối lượng tươi; số cây trong một ô tiêu chuẩn có kích thước 10 m × 10 m; chụp ảnh tán cây. Sau đó, ghi tất cả các số liệu điều tra được vào bảng điều tra thực địa.

Căn cứ vào số liệu điều tra thực địa, xác định độ tàn che tại vị trí các ô tiêu chuẩn bằng công thức (7)

$$TC = 100 - (S_i/S_p) \cdot 100 \quad (7)$$

trong đó TC là độ tàn che tại vị trí các ô tiêu chuẩn; S_T là tổng diện tích của vùng trống; S_P là diện tích của toàn bộ ảnh sau đó nhân với 100 % sẽ thu phần trăm diện tích của vùng trống.

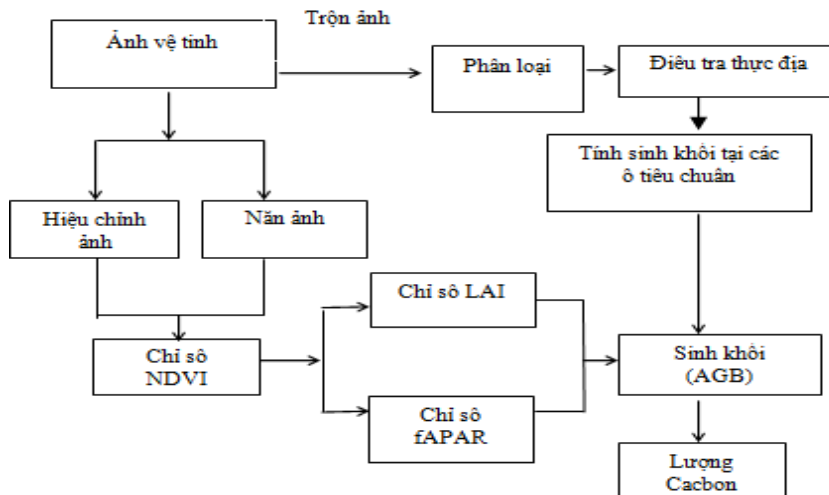
– Phương pháp xác định sinh khối thông qua ảnh viễn thám

Theo Schucknecht và cộng sự, trong nghiên cứu “Ước tính sinh khối đồng cỏ phục vụ công tác quản lý ở Niger”, để thiết lập được phương trình cho việc tính sinh khối trên ảnh viễn thám sử dụng công thức (8) [1]

$$B_e = a \cdot CFAPAR + b \quad (8)$$

trong đó B_e là sinh khối ước tính trên ảnh, a và b là hai hệ số thu được khi phân tích phương trình mối quan hệ giữa sinh khối thực tế và chỉ số $fAPAR$ trên ảnh; $CFAPAR$ là ký hiệu của phương trình $fAPAR$ trên ảnh viễn thám. Như vậy, để có được phương trình tính sinh khối trên ảnh thì phải phân tích mối quan hệ giữa sinh khối từ các ô tiêu chuẩn trên thực địa và chỉ số $fAPAR$ từ các ô tiêu chuẩn trên ảnh. Công cụ được sử dụng để đưa ra phương trình mối quan hệ giữa hai yếu tố trên là hàm hồi quy tuyến tính trong phần mềm Excel. Sau khi tính toán sẽ thu được các giá trị của 2 hệ số a và b .

Trên cơ sở số liệu điều tra ngoài thực tế tiến hành tính toán sinh khối bề mặt tán rừng trên ảnh viễn thám theo khung logic như Hình 1 [13]:



Hình 1. Khung logic tính sinh khối bề mặt tán rừng từ ảnh viễn thám

Tính chỉ số thực vật

Chỉ số thực vật ($NDVI$) được sử dụng để thể hiện và giám sát phân bố thảm thực vật của cây cao su. Chỉ số $NDVI$ được tính toán dựa trên sự khác biệt phản xạ ánh sáng cận hồng ngoại (Kênh 5) và ánh sáng đỏ (Kênh 4) của ảnh Landsat 8. $NDVI$ được tính theo công thức (9)

$$NDVI = \frac{NIR - VIS}{NIR + VIS} \quad (9)$$

trong đó NIR là giá trị số của phần tử ảnh thu nhận vùng cận hồng ngoại; VIS là giá trị số của phần tử ảnh thu nhận vùng ánh sáng đỏ; $NDVI$ có giá trị từ -1 đến 1 . Giá trị $NDVI$ càng lớn thể hiện hoạt động quang hợp càng mạnh.

Tính tỉ số giữa diện tích bề mặt lá của tán cây với diện tích bề mặt đất mà cây phát triển (LAI)

LAI là chìa khóa cho cấu trúc đặc trưng của thảm thực vật và có mối quan hệ chặt chẽ với hoạt động quang hợp, sự bốc hơi nước, năng suất và điều kiện của thảm thực vật [15]. LAI có thể được sử dụng để ước tính sinh khối, động thái của thảm thực vật hay dự báo mùa vụ [11]. Chỉ số LAI có giá trị từ 0 đến 6 . Khi LAI càng thấp thì thảm thực vật phát triển kém. Chỉ số LAI trên ảnh được tính dựa vào mối quan hệ giữa chỉ số $NDVI$ trên ảnh và chỉ số LAI thực tế thể hiện qua phương trình (10)

$$LAI = a + b \cdot NDVI \quad (10)$$

trong đó hệ số a và b thu được từ mối quan hệ giữa chỉ số $NDVI$ và LAI thực tế.

Tính chỉ số bức xạ mặt trời được hấp thụ thông qua quá trình quang hợp (fAPAR)

Chỉ số phần bức xạ mặt trời được hấp thụ bởi thực vật thông qua quá trình quang hợp ($fAPAR$) được xác định trên cơ sở mối quan hệ với chỉ số thực vật ($NDVI$) thể hiện qua phương trình (11) và phương trình này được áp dụng chung cho các nước trong khu vực Đông Nam Á [14].

$$fAPAR = -0,08 + 1,075 \cdot NDVI \quad (11)$$

trong đó các hệ số $a = -0,08$ và $b = 1,075$ là những hệ số thực nghiệm được xác định cho khu vực Đông Nam Á.

Phương pháp bản đồ

Trong phương pháp này, nhóm tác giả sử dụng phần mềm ArcGis10.2 xây dựng bản đồ hiện trạng, bản đồ sinh khối từ số liệu phân tích tại khu vực nghiên cứu để xác định trữ lượng cacbon của thảm thực vật và tính độ tàn che tại các ô tiêu chuẩn từ ảnh chụp được ở thực địa, phục vụ công tác giải đoán ảnh viễn thám.

Phương pháp phân tích và xử lý số liệu điều tra

Đối với số liệu điều tra về sinh khối, nhóm tác giả sử dụng phần mềm Excel và phần mềm SPSS nhằm xác định mối quan hệ giữa các đại lượng sinh khối cây lâu năm ở các ô tiêu chuẩn. Ở đây phần mềm SPSS 20 được sử dụng để phân tích mối quan hệ giữa chỉ số $NDVI$ trên ảnh và chỉ số LAI thực tế. Trong đó, $NDVI$ là biến độc lập và LAI là biến phụ thuộc. Từ đó, nhóm tác giả xác định được phương trình tuyến tính ban đầu: $y = a \cdot x + b$. Hệ số tương quan

Pearson (Pearson correlation coefficient) cho hai biến số x, y từ n mẫu được tính theo công thức (12)

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}} \quad (12)$$

Trong đó, \bar{x} và \bar{y} là giá trị trung bình của biến x và y . Nếu giá trị của r là dương, hai biến x và y cùng biến thiên theo một hướng; nếu giá trị của r là âm ($r < 0$), x và y liên hệ đảo ngược, tức là khi x tăng thì y giảm, và ngược lại. Nếu $r = 1$ hay $r = -1$, mối liên hệ của x và y được xác định; có nghĩa là cho bất cứ giá trị nào của x , chúng ta có thể xác định được giá trị của y . Nếu $r = 0$, hai biến x và y hoàn toàn độc lập, không có liên hệ với nhau. Giá trị r được phân loại như sau: $0,1 \leq r < 0,3$ cho biết mối tương quan thấp, $0,3 \leq r < 0,5$ cho biết mối tương quan trung bình, $0,5 \leq r$ cho biết mối tương quan cao.

Phương pháp chuyên gia

Trong quá trình thực hiện, công trình nghiên cứu này có sự tư vấn, giúp đỡ của các chuyên gia về lĩnh vực nông nghiệp, các chuyên gia trong lĩnh vực đất đai trong việc xác định các loại hình sử dụng đất cơ bản cần nghiên cứu, việc thu thập số liệu ở ô tiêu chuẩn như: tên loài cây, nhận định các loại hình sử dụng đất ban đầu, xác định độ tàn che, xử lý, tính toán sinh khối...

3 Kết quả nghiên cứu và thảo luận

3.1 Xác định sinh khối và tàn che của cây lâu năm từ thực địa

Đất trồng cây lâu năm trên địa bàn huyện Bố Trạch, tỉnh Quảng Bình phân bố không đều, đa số nằm ở trung tâm huyện, thuộc các xã: Hưng Trạch, Tây Trạch, Sơn Lộc, Cự Năm, Hòa Trạch, Phú Định, Thị Trấn Nông Trường Việt Trung, Lý Trạch. Chủ yếu là đất trồng cây công nghiệp lâu năm, cụ thể là cao su, có một phần diện tích nhỏ trồng hồ tiêu. Ngoài ra, còn có cây ăn quả lâu năm nhưng diện tích không đáng kể. Vì điều kiện địa hình hiểm trở, nên nghiên cứu lập 30 ÔTC đại diện cho đất trồng cây lâu năm ở những khu vực dọc theo các tuyến đường mòn để xác định sinh khối, trữ lượng cacbon, mỗi ô có kích thước $10 \text{ m} \times 10 \text{ m}$. Theo số liệu thống kê từ điều tra ô mẫu, áp dụng công thức (2) để tính sinh khối, công thức (5) để tính trữ lượng cacbon của cây lâu năm của 30 ÔTC. Kết quả tính toán cho thấy có sự chênh lệch về sinh khối và trữ lượng cacbon giữa các ÔTC, sinh khối trung bình là 40,53 tấn/ha, độ lệch chuẩn sinh khối là 22,48 tấn/ha (Bảng 2).

Bảng 2. Kết quả sinh khối và trữ lượng cacbon

Kết quả	Sinh khối (Tấn/ha)	Lượng cacbon (Tấn/ha)
Tổng	1215,84	607,92
Min	9,92	4,96
Max	104,86	52,43
Trung bình	40,53	20,26
Độ lệch chuẩn	22,48	11,24

Nguồn: Số liệu điều tra

Việc xác định độ tàn che được thực hiện thông qua ảnh chụp tàn che của cây lâu năm tại các ô tiêu chuẩn. Các dữ liệu được xử lý và thực hiện bởi các công cụ trong ArcGIS nhằm xác định vùng có tàn che và không tàn che tại một ÔTC bất kỳ theo công thức (7). Kết quả thu được số liệu tàn che cây lâu năm (*LAI*) thực tế thể hiện qua Bảng 3. Trong đó, độ tàn che nhỏ nhất là 25 % tại vị trí ô tiêu chuẩn 1 và 13, độ tàn che lớn nhất là 75 % tại vị trí ô tiêu chuẩn 22, độ tàn che trung bình là 49 %, độ lệch chuẩn tàn che trung bình là 12 %.

Bảng 3. Các chỉ số *LAI* thực tế, *LAI* trên ảnh, *NDVI*, *fAPAR* và lượng cacbon tại các ô tiêu chuẩn

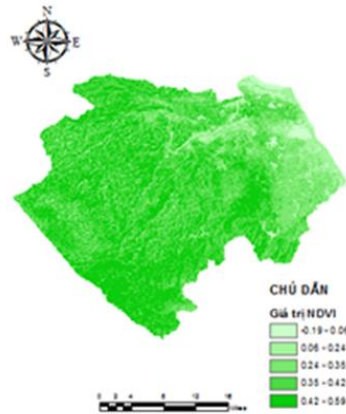
ÔTC	Tọa độ <i>x</i>	Tọa độ <i>y</i>	<i>LAI</i> thực tế (%)	<i>LAI</i> ảnh (%)	Chênh lệch giá trị <i>LAI</i>	Tỷ lệ (%) chênh giá trị <i>LAI</i>	Chỉ số <i>NDVI</i>	Chỉ số <i>fAPAR</i>	Trữ lượng cacbon (Tấn/ha)
1	552953	1944751	25	44,88	19,88	79,52	0,271824	0,21	22,04
2	552662	1944183	55	50,14	-4,86	-8,83	0,335075	0,28	19,63
3	552630	1943695	45	52,66	7,66	17,03	0,365413	0,31	18,60
4	546086	1952526	45	56,18	11,18	24,85	0,407709	0,36	16,89
5	545866	1951231	35	49,31	14,31	40,88	0,325075	0,27	19,98
6	552971	1942964	65	43,61	-21,39	-32,91	0,256525	0,20	22,38
7	546658	1943869	70	51,43	-18,57	-26,53	0,350530	0,30	18,95
8	547787	1941776	50	48,98	-1,02	-2,04	0,321097	0,27	19,98
9	547931	1941830	40	53,08	13,08	32,70	0,370407	0,32	18,26
10	552075	1936924	30	39,96	9,96	33,21	0,212704	0,15	24,10
11	553520	1936068	50	49,94	-0,06	-0,13	0,332615	0,28	19,63
12	552292	1942587	30	45,84	15,84	52,79	0,283334	0,22	21,69
13	552739	1941522	25	42,80	17,80	71,20	0,246815	0,19	22,72
14	553188	1941418	45	41,91	-3,09	-6,86	0,236133	0,17	23,41

ÔTC	Tọa độ <i>x</i>	Tọa độ <i>y</i>	LAI thực tế (%)	LAI ảnh (%)	Chênh lệch giá trị LAI	Tỷ lệ (%) chênh giá trị LAI	Chỉ số NDVI	Chỉ số <i>f</i> APAR	Trữ lượng cacbon (Tấn/ha)
15	553485	1941689	45	42,61	-2,39	-5,30	0,244561	0,18	23,07
16	558909	1938703	50	44,77	-5,23	-10,45	0,270547	0,21	22,04
17	558770	1938006	45	51,55	6,55	14,56	0,352048	0,30	18,95
18	558532	1937299	50	46,81	-3,19	-6,39	0,294990	0,24	21,01
19	558407	1936694	60	52,40	-7,60	-12,67	0,362216	0,31	18,60
20	559170	1935437	55	42,73	-12,27	-22,31	0,245967	0,18	23,07
21	546454	1952845	65	52,15	-12,85	-19,76	0,359279	0,31	18,60
22	546414	1952549	75	52,10	-22,90	-30,53	0,358643	0,31	18,60
23	546628	1952383	55	44,66	-10,34	-18,80	0,269195	0,21	22,04
24	546480	1952276	50	48,22	-1,78	-3,56	0,311993	0,26	20,32
25	546276	1952579	55	54,16	-0,84	-1,52	0,383430	0,33	17,92
26	545817	1952293	55	56,64	1,64	2,98	0,413182	0,36	16,89
27	545872	1951476	45	42,18	-2,82	-6,27	0,239323	0,18	23,07
28	553563	1946533	35	50,59	15,59	44,56	0,340535	0,29	19,29
29	540823	1945685	50	52,78	2,78	5,56	0,366829	0,31	18,60
30	539670	1944499	60	54,91	-5,09	-8,49	0,392398	0,34	17,57
Trung bình			49	48,67		6,55	0,317346	0,26	20,26
Min			25	39,96			0,212704	0,15	16,89
Max			75	56,64			0,413182	0,36	24,10
Độ lệch chuẩn			12	4,76	11,51	29,03	0,057184	0,06	2,11
Sai số trung phương			9,511	4,112	4,112	23,054			

Nguồn: Xử lý số liệu

3.2 Tính các chỉ số từ ảnh viễn thám phục vụ tính sinh khối

Tính chỉ số thực vật NDVI



Hình 2. Bản đồ chỉ số thực vật NDVI trên địa bàn huyện Bồ Trạch

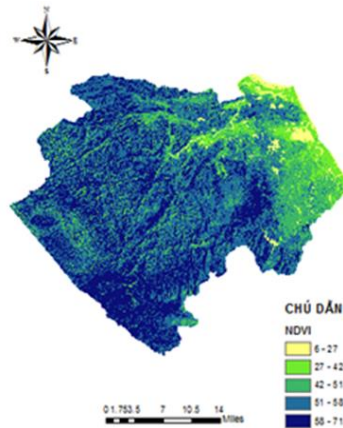
Nghiên cứu sử dụng Kênh 4 và Kênh 5 trên ảnh Landsat để tính toán chỉ số thực vật NDVI bằng công cụ *Transform/NDVI* trong phần mềm ENVI, kết quả thu được chỉ số NDVI ở huyện Bồ Trạch có giá trị giao động trong khoảng -0,19 đến 0,59 (Hình 2). Từ bản đồ chỉ số thực vật NDVI, kết hợp với tọa độ của các ÔTC, sử dụng công cụ Pixel Locator trong ENVI thu được chỉ số NDVI trên ảnh của các ÔTC như Bảng 3. Trong đó, các giá trị NDVI tại các ÔTC dao động trong khoảng từ 0,212 đến 0,413 và giá trị $NDVI_{mean} = 0,317$. Để xác định khoảng giá trị NDVI của các loại cây trồng, chúng tôi tham chiếu kết quả nghiên cứu của tác giả Bùi Nguyễn Lâm Hà và cộng sự trong nghiên cứu “Ước tính sinh khối trên bề mặt tán rừng sử dụng ảnh vệ tinh ALOS AVNIR-2” [8]. Kết quả nghiên cứu của các tác giả này cho thấy giá trị NDVI của cây lâu năm dao động trong khoảng từ 0,2 đến 0,4. So sánh giá trị NDVI thu được tại các ÔTC (Bảng 3) với kết quả nghiên cứu của nhóm tác giả trên cho thấy chỉ số NDVI của cây lâu năm trên ảnh viễn thám ở huyện Bồ Trạch khá tương đồng.

Tính chỉ số bề mặt lá LAI

Căn cứ chỉ số LAI thực tế được xác định tại các ÔTC (Bảng 3), tiến hành phân tích mối quan hệ giữa chỉ số LAI thực tế và chỉ số NDVI thông qua phương trình tuyến tính. Kết quả mối quan hệ giữa chỉ số NDVI và LAI được thể hiện theo phương trình

$$LAI = 22,273 + 83,169 \cdot NDVI$$

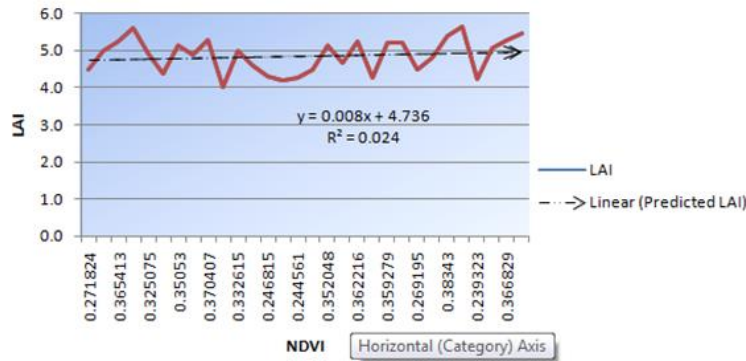
Từ đó xây dựng được bản đồ chỉ số tàn che LAI trên ảnh viễn thám như Hình 3.



Hình 3. Bản đồ chỉ số tàn che *LAI* trên địa bàn huyện Bó Trạch

Kết quả tính chỉ số tàn che tại các ÔTC trên bản đồ cho thấy rằng giá trị trung bình của chỉ số *LAI* đi điều tra thực địa và chỉ số *LAI* trên ảnh là tương đối gần giống nhau lần lượt là 49 % và 48,67 % với sai số trung phương là 9,1 % và tỷ lệ về sai số giữa chỉ số *LAI* thực tế với chỉ số *LAI* trên ảnh là khoảng 29,03 %; nói cách khác, tính sinh khối bằng ảnh viễn thám có thể cho độ chính xác tới 71,97 %. Kết quả phân tích thống kê cho thấy giá trị trung bình của *LAI* trên ảnh là 4,8 có nghĩa là 1 m² mặt đất được che phủ bởi 4,8 m² bề mặt lá. Giá trị tối đa *LAI* thu được là 5,6 và giá trị tối thiểu là 3,9 (Bảng 3). Tương tự như trên, tiến hành tham chiếu kết quả nghiên cứu của tác giả Bùi Nguyễn Lâm Hà và cộng sự cho thấy đối với cây trồng lâu năm, rừng trồng, rừng tự nhiên giá trị *LAI* dao động từ 3 đến 6 [8]. So sánh chỉ số *LAI* tính được trên ảnh cho khu vực nghiên cứu huyện Bó Trạch với kết quả của nghiên cứu trên thì khá phù hợp.

Từ giá trị chỉ số *LAI* tại các điểm ÔTC thu được biểu đồ thể hiện mối quan hệ giữa chỉ số *NDVI* và *LAI* như Hình 4. Có thể thấy giữa chỉ số *NDVI* và *LAI* có mối tương quan thuận mặc dù giá trị tương quan còn thấp. Như vậy, có thể thấy việc sử dụng ảnh viễn thám để tính chỉ số *LAI* cho kết quả khá tương đồng với kết quả điều tra thực địa.



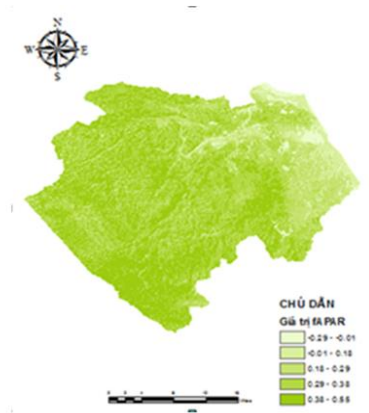
Hình 4. Mối tương quan giữa chỉ số NDVI và LAI

Tính chỉ số bức xạ mặt trời *fAPAR*

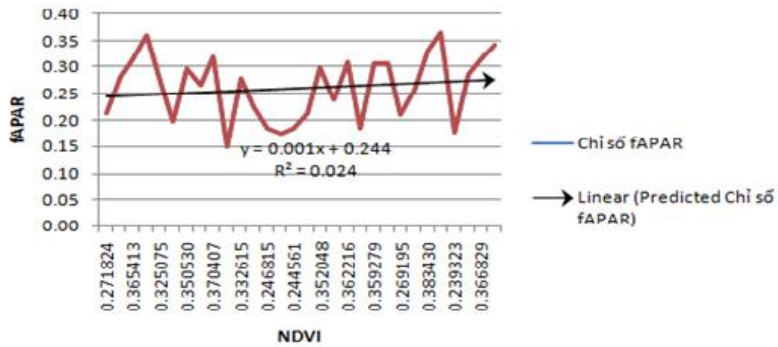
Sử dụng chỉ số NDVI đã tính được, dựa vào công thức (11) ở phương pháp nghiên cứu để tính chỉ số *fAPAR*, từ đó thành lập được bản đồ *fAPAR* cho huyện Bố Trạch, tỉnh Quảng Bình. Bản đồ chỉ số bức xạ mặt trời *fAPAR* được thành lập bằng phương trình

$$fAPAR = -0,08 + 1,075 \cdot NDVI$$

Kết quả chỉ số bức xạ mặt trời tại các ÔTC được thể hiện tại Bảng 3. Số liệu cho thấy chỉ số giá trị bức xạ được hấp thụ cho hoạt động quang hợp (*fAPAR*) dao động trong khoảng từ 0,15 đến 0,36; giá trị trung bình cho toàn khu vực nghiên cứu là 0,26. Điều này có nghĩa là 26 % bức xạ mặt trời trong vùng ánh sáng nhìn thấy được sử dụng để tạo sinh khối. Kết quả này đúng với nghiên cứu của Bùi Nguyễn Lâm Hà và cộng sự là cây lâu năm có giá trị bức xạ mặt trời dao động từ 0,1 đến 0,4 [8]. Từ chỉ số *fAPAR* thu được, tiến hành xây dựng bản đồ chỉ số bức xạ mặt trời *fAPAR* tại huyện Bố Trạch, tỉnh Quảng Bình (Hình 5). Kết hợp với biểu đồ thể hiện mối quan hệ giữa chỉ số NDVI và *fAPAR* (Hình 6) có thể nhận thấy giữa các chỉ số NDVI và *fAPAR* có mối tương quan thuận. Khi chỉ số NDVI có giá trị cao thì chỉ số *fAPAR* cũng có giá trị cao và ngược lại.



Hình 5. Bản đồ chỉ số bức xạ mặt trời *fAPAR* trên địa bàn huyện Bó Trạch

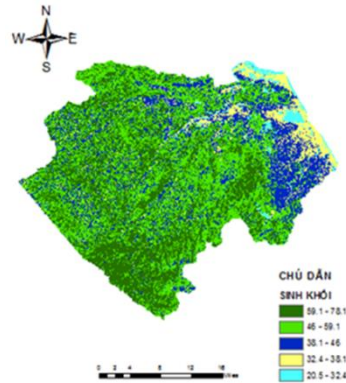


Hình 6. Mối tương quan giữa chỉ số *NDVI* và *fAPAR*

3.3 Thành lập bản đồ trữ lượng sinh khối rừng khu vực nghiên cứu từ ảnh viễn thám

Xác định sinh khối trên ảnh viễn thám

Để có được phương trình tính sinh khối trên ảnh thì cần phải phân tích mối quan hệ giữa giá trị sinh khối xác định ngoài thực địa và chỉ số *fAPAR* từ các ÔTC. Sử dụng hàm hồi quy tuyến tính trong Excel, kết quả xây dựng được bản đồ phân cấp sinh khối trên địa bàn huyện Bó Trạch như Hình 7.



Hình 7. Bản đồ phân cấp sinh khối huyện Bó Trạch, tỉnh Quảng Bình

Để đánh giá độ tin cậy của giá trị sinh khối được ước lượng từ ảnh viễn thám, chúng tôi tiến hành so sánh với giá trị sinh khối điều tra ngoài thực địa. Phân tích số liệu từ Bảng 3 cho thấy chênh lệch giữa giá trị sinh khối tính toán thực tế và sinh khối được xác định bằng ảnh viễn thám có sai số trung phương khoảng 10,97 tấn/ha. Tỷ lệ về sai số tính sinh khối trên ảnh viễn thám với sinh khối thực có độ lệch chuẩn khoảng 28,66 %; nói cách khác tính sinh khối trên ảnh viễn thám có thể cho độ chính xác tới 71,34 %. Độ chính xác của phương pháp nghiên cứu 71,34 % là chấp nhận được và có thể áp dụng phương pháp sử dụng ảnh viễn thám trong việc đánh giá nhanh sinh khối cũng như trữ lượng carbon phục vụ cho công tác quy hoạch, bảo vệ môi trường.

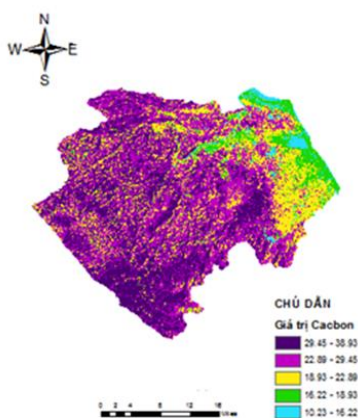
Bảng 4. So sánh sinh khối thu được từ ảnh và sinh khối đo ngoài thực tế

ÔTC	Sinh khối từ thực địa (Tấn/ha)	Sinh khối trên ảnh (Tấn/ha)	Chênh lệch giá trị	Tỷ lệ (%)
1	53,50	44,08	-9,43	-17,62
2	43,85	39,27	-4,58	-10,45
5	41,81	39,96	-1,86	-4,44
6	90,16	44,76	-45,39	-50,35
8	74,93	39,96	-34,97	-46,68
11	61,45	39,27	-22,18	-36,10
12	51,00	43,39	-7,62	-14,93
13	32,24	45,45	13,21	40,97
15	60,48	46,14	-14,35	-23,72
16	51,42	44,08	-7,35	-14,29
17	37,77	37,90	0,12	0,33
18	38,16	42,02	3,85	10,09
19	34,57	37,21	2,64	7,65

ÔTC	Sinh khối từ thực địa (Tấn/ha)	Sinh khối trên ảnh (Tấn/ha)	Chênh lệch giá trị	Tỷ lệ (%)
24	24,99	40,64	15,66	62,65
25	33,59	35,84	2,25	6,70
26	24,77	33,78	9,01	36,36
27	59,11	46,14	-12,97	-21,95
28	34,57	38,58	4,01	11,60
29	47,96	37,21	-10,75	-22,41
30	45,25	35,15	-10,10	-22,32
Giá trị trung bình		39,96		
Giá trị Min		33,78		
Giá trị Max		46,14		
Sai số độ lệch chuẩn		15,01		28,66
Sai số trung phương tương đối		10,97		

Thành lập bản đồ trữ lượng Carbon

Căn cứ vào bản đồ sinh khối đã xây dựng ở trên, sử dụng công thức (5) ở phương pháp nghiên cứu, kết quả thu được bản đồ trữ lượng cacbon ở huyện Bố Trạch như Hình 8. Thông tin chi tiết về trữ lượng cacbon tại các ÔTC được thể hiện ở Bảng 2. Trong đó, giá trị trữ lượng cacbon ở các ÔTC dao động trong khoảng từ 16,89 tấn/ha đến 24,10 tấn/ha; giá trị cacbon trung bình là 20,26 tấn/ha với độ lệch chuẩn 2,11 tấn/ha. Như vậy, có thể thấy giá trị trữ lượng cacbon thu được tại các ÔTC của cây lâu năm có độ lệch chuẩn thấp, đảm bảo độ tin cậy của kết quả tính toán.



Hình 8. Bản đồ phân bố trữ lượng cacbon ở Bố Trạch, tỉnh Quảng Bình

4 Kết luận

- Đất trồng cây lâu năm ở huyện Bố Trạch có diện tích 11.362,62 ha, chủ yếu là cây công nghiệp lâu năm (cao su), phân bố chủ yếu ở các xã: Tây Trạch, Lý Trạch, Hòa Trạch, Thị trấn Nông Trường Việt Trung.

- Trữ lượng sinh khối và cacbon trên ảnh của đất trồng cây lâu năm tại các ÔTC tương đối cao, giá trị sinh khối trung bình là 40,53 tấn/ha, giá trị cacbon trung bình là 20,28 tấn/ha. Xã Hòa Trạch và Lý Trạch là nơi có giá trị sinh khối và trữ lượng cacbon lớn nhất.

- Trữ lượng sinh khối và cacbon xác định được trên ảnh viễn thám phù hợp với kết quả tính toán ở thực địa. Khi so sánh sinh khối tại các ÔTC để đánh giá độ chính xác thì sai số độ lệch chuẩn là 28,66 %, nghĩa là độ chính xác khi sử dụng ảnh viễn thám để tính toán sinh khối là 71,34 %.

- Ứng dụng công nghệ tích hợp tư liệu ảnh viễn thám và số liệu điều tra trên thực địa là hướng tiếp cận mới trong nghiên cứu sinh khối. Kết quả tính toán sinh khối, lượng Carbon tích lũy ở cây lâu năm được tính toán một cách khách quan, đảm bảo độ tin cậy, có thể sử dụng như một thông tin tham khảo mang tính chất định hướng cho việc quản lý trên diện rộng. Ứng dụng công nghệ GIS và viễn thám để xác định trữ lượng sinh khối và cacbon thuận tiện và tiết kiệm thời gian hơn so với phương pháp thủ công truyền thống.

- Nguyên nhân dẫn đến sự chênh lệch lớn về giá trị sinh khối là do ảnh viễn thám sử dụng có độ phân giải trung bình, để tăng độ chính xác của kết quả xác định trữ lượng sinh khối và cacbon của đối tượng nghiên cứu cần sử dụng ảnh có độ chính xác cao hơn.

Tài liệu tham khảo

1. Schucknecht, A., Meroni, M., Kayitakire, F., Rembold, F., and Boureima, A.: Biomass estimation to support pasture management in Niger, *Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci.*, XL-7/W3, 109-114, <https://doi.org/10.5194/isprsarchives-XL-7-W3-109-2015>, 2015. Assessed on 14/06/2017.
2. Batjes, N. H. (1996), Total carbon and nitrogen in the soils of the world. *Eur. J. Soil Sci.* 47, 151-163.
3. Bảo Huy (2012), 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 mất rừng và suy thoái rừng, Đề tài KH-CN cấp Bộ B2010-15-33TD.
4. Bộ nông nghiệp và phát triển nông thôn (2011), Hướng dẫn kỹ thuật giám sát Carbon rừng có sự tham gia, Chương trình UN_REDD Việt Nam.
5. Brown S. (1997), Estimating biomass and biomass change of tropical forests: a Primer. *FAO Forestry paper* – 134. ISBN 92-5-103955-0.

6. Chapin, F. S., III. T.V. Callaghan, Y. Bergeron, M. Fukuda, J.F. Johnstone, G. Juday, and S.A. Zimov (2004), Global change and the boreal forest: Thresholds, shifting states or gradual change? *Ambio: A Journal of the Human Environment*, 33: 361–365. <http://www.bioone.org/doi/abs/10.1579/0044-7447-33.6.361>
7. Võ Đại Hải, Đặng Thịnh Triều (2013), Nghiên cứu khả năng hấp thụ CO₂ của rừng tự nhiên lá rộng thường xanh, bán thường xanh rừng lá Tây Nguyên, Đề tài nghiên cứu cấp bộ, Bộ Nông nghiệp phát triển nông thôn .
8. Bùi Nguyễn Lâm Hà, Lê Văn Trung, Bùi Thị Nga (2001), Ước tính sinh khối trên bề mặt tán rừng sử dụng ảnh vệ tinh ALOS AVNIR-2 , Hội thảo ứng dụng GIS toàn quốc tại Đại học Sư Phạm Đà Nẵng năm 2011, 51–58.
9. IPCC (Inter-governmental Panel on Climate Change) (2003), *Good practice guidance for land uses, land use change and forestry*, IPCC National Greenhouse Gas Inventories Program.
10. Jennifer C. Jenkins, David C. Chojnacky, Linda S. Heath, Richard A. Birdsey (2003), National-Scale Biomass Estimators for United States Tree Species, Society of American Foresters.
11. Van Oost, K., Verstraeten, G., Doetterl, S., Notebaert, B., Wiaux, F., Broothaerts, N., & Six, J. (2012). Legacy of human-induced C erosion and burial on soil–atmosphere C exchange. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 109(47), 19492. <https://doi.org/10.1073/pnas.1211162109>.
12. Paustian, K., Lehmann, J., Ogle, S., Reay, D., Robertson, G. P., & Smith, P. (2016). Climate-smart soils. *Nature*, 532, 49. doi: 10.1038/nature17174.
13. Nguyễn Hoàng Khánh Linh, Nguyễn Bích Ngọc (2016), Mapping biomass and carbon stock of forest by remote sensing and GIS technology at Bach Ma National Park, Thua Thien Hue province, *Journal of Vietnamese Environment*, 8 (3), 80–87.
14. Ochi, S., Shibasaki, R. (2000), Assessment of primary productivity for food production in major basins of Asia using R.S and GIS, *International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing*, Vol. XXXIII, Part B7. Amsterdam.
15. Serrano, L., I. Filella, and J. Peñuelas. (2000), Remote Sensing of Biomass and Yield of Winter Wheat under Different Nitrogen Supplies. *Crop Sci.* 40:723-731. doi:10.2135/cropsci2000.403723x.
16. Vũ Thị Thìn, Phạm Văn Duẩn, Nguyễn Văn Thị, Nguyễn Việt Hưng, Nguyễn Hữu Văn (2015), Nghiên cứu xây dựng quy trình xử lý ảnh Landsat 8 trong ArcGIS, *Tạp chí Khoa học và công nghệ Lâm nghiệp*, số 1–2015, 73–83.
17. Winrock (2012), Tài liệu tập huấn đánh giá Carbon tại Việt Nam của Tổ chức Winrock và dự án LEAF, Hà Nội 2012.

MEASURING CARBON STORAGE CAPACITY OF PERENNIAL CROPS BY GIS AND REMOTE SENSING TECHNOLOGY IN BO TRACH DISTRICT, QUANG BINH PROVINCE

Pham Quoc Trung^{1*}, Nguyen Hoang Khanh Linh², , Huynh Van Chuong³, Nguyen Van Tien²

¹Department Natural Resources and Environment of Quang Binh, 105 Huu Nghi – Dong Hoi – Quang Binh, Vietnam² Hue University- University of Agriculture and Forestry, 102 Phung Hung St., Hue, Vietnam

²HU – University of Agriculture and Forestry, 102 Phung Hung St., Hue, Vietnam

³Hue University, 3 Le Loi St., Hue, Vietnam

Abstract: Currently, most of the researches are focusing to assess the carbon sequestration capacity of forests, while studies on the determination of carbon stocks of agricultural land are scarce. This study was conducted to assess the carbon storage capacity of the perennial land use in Bo Trach District, Quang Binh Province. To achieve that goal, the study combined the results of interpreting Landsat remote sensing imagery with field survey data to determine the biomass and accumulated carbon stocks of perennial trees in Bo Trach district. The results showed that the area of perennial crops occupied 11,362.62 ha, mainly perennial industrial trees (rubber). The biomass and carbon storage capacity of perennial trees in standard plots was relatively high: the average biomass was 40.53 tons/ha, and the average carbon stock was 20.28 tons/ha. Measuring biomass and carbon stock of perennial plants not only contributes to reducing emissions and responding to climate change, but also provides a scientific basis and facilitates the adjustment of the master land use plan in the future.

Keywords: GIS, remote sensing, carbon, Bo Trach, Quang Binh