

# XÂY DỰNG BẢN ĐỒ CHỈ SỐ LẬP ĐỊA CHO KEO LAI (*Acacia hybrid*) TẠI KHU VỰC QUẢNG TRỊ

Nguyễn Trọng Minh, Phạm Thế Anh, Vũ Tiến Hưng

Trường Đại học Lâm nghiệp

<https://doi.org/10.55250/jo.vnuf.2023.1.049-058>

## TÓM TẮT

Xây dựng thông tin cấp năng suất rừng trồng dưới dạng bản đồ số tạo điều kiện thuận lợi cho công tác quản lý cũng như định hướng phát triển bền vững lâm nghiệp. Thông qua 110 ô tiêu chuẩn (OTC) tạm thời rừng trồng Keo lai (*Acacia hybrid*) tại khu vực Quảng Trị, nghiên cứu này đã xác định được dạng hàm Chapman-Richards là thích hợp nhất cho mô phỏng sinh trưởng của  $H_{dom}$  (đạt giá trị thấp nhất về chỉ số WAIC, các chỉ tiêu sai số chấp nhận tốt) theo phương pháp đường cong định hướng bằng việc áp dụng gói 'rstan' trên phần mềm R. Từ phương trình ước tính  $H_{dom}$ , chỉ số lập địa đã được xác định thông qua mối quan hệ với các nhân tố lập địa như loại đất và độ dày tầng đất và cho kết quả kiểm định tốt trên bộ số liệu kiểm định (độ chính xác cao và sai số chấp nhận). Dựa trên các kỹ thuật chồng xếp trong ArcGIS, bản đồ số cấp lập địa và  $H_{dom}$  đã được xây dựng có ý nghĩa cho sản xuất lâm nghiệp của khu vực Quảng Trị cũng như tạo cơ sở cho việc áp dụng phương pháp nghiên cứu này cho các địa phương khác.

**Từ khóa:** bản đồ số, chỉ số lập địa,  $H_{dom}$ , rừng trồng Keo lai, Quảng Trị.

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Keo lai (*Acacia hybrid*), một trong những loài cây trồng rừng chủ lực mang lại giá trị kinh tế lớn đối với ngành Lâm nghiệp ở Việt Nam, có diện tích ước tính khoảng 500.000 ha [7] với nhiều đặc điểm vượt trội so với loài bố mẹ (Keo tai tượng (*A. mangium*) và Keo lá tràm (*A. auriculiformis*)) ở khả năng sinh trưởng tốt, có năng suất cao và gỗ phù hợp làm nguyên liệu giấy và dăm gỗ [6]. Trong những năm gần đây, các nghiên cứu về sinh trưởng Keo lai cũng đã được nhiều nhà nghiên cứu trong nước quan tâm [2, 8, 11], tuy nhiên vẫn còn thiếu các kết quả về sinh trưởng trên điều kiện lập địa khác nhau. Ảnh hưởng của lập địa tới sinh trưởng của Keo lai không chỉ thay đổi theo kiểu rừng, loài cây, tuổi cây và quần thụ, mà còn theo điều kiện môi trường (lập địa) và những phương thức lâm sinh. Vì thế, những nghiên cứu về sinh trưởng của rừng trồng Keo lai ở mức địa phương và điều kiện lập địa khác nhau cần phải được đặt ra.

Cấp năng suất là nhân tố biểu thị sức sản xuất của lâm phần. Cấp năng suất của lập địa có thể được đánh giá bằng các phương pháp [14]: i) Dựa vào các nhân tố lập địa; ii) Dựa vào các yếu tố thực bì; và iii) Dựa vào các yếu tố trung gian. Hiện nay, các phương pháp nêu trên đều đã được nhiều tác giả trên thế giới cũng như ở Việt Nam nghiên cứu và cho kết quả tốt. Mặc dù vậy, phương pháp phân chia cấp năng suất truyền

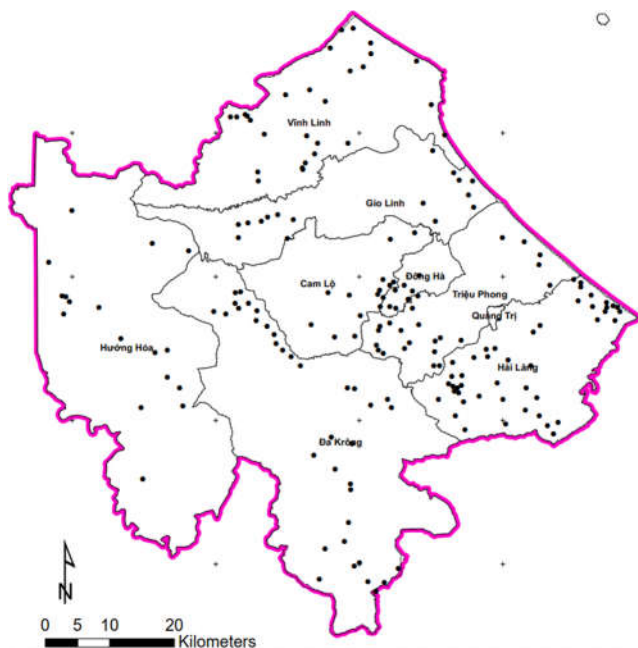
thống, đạt độ tin cậy và dễ áp dụng trong sản lượng rừng vẫn là sử dụng sinh trưởng chiều cao theo thời gian làm chỉ tiêu phân chia cấp đất [3]. Mặt khác, trong nghiên cứu về biểu cấp đất đối với đối tượng rừng trồng, sự điều chỉnh điều chỉnh cho các biểu đã xây dựng cũng rất cần thiết, đặc biệt là loài Keo lai [13].

Xây dựng và thể hiện năng suất rừng Keo lai dưới dạng bản đồ số tạo điều kiện thuận lợi cho công tác quản lý, định hướng phát triển bền vững rừng trồng Keo lai, cũng như cho người dân khi sử dụng [4]. Mặt khác, sử dụng biểu cấp đất cũng như dữ liệu bản đồ rất có ý nghĩa trong việc phân vùng và dự báo sản lượng hay áp dụng cho việc xác định khung định giá rừng của các đối tượng rừng trồng Keo lai không chỉ tại khu vực nghiên cứu tại tỉnh Quảng Trị mà có thể cho nhiều khu vực khác nhờ áp dụng phương pháp được trình bày trong nghiên cứu này.

## 2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

### 2.1. Vật liệu nghiên cứu

Nghiên cứu được thực hiện tại khu vực tỉnh Quảng Trị (từ 16<sup>0</sup>18' đến 17<sup>0</sup>10' vĩ độ Bắc, 106<sup>0</sup>32' đến 107<sup>0</sup>34' kinh độ Đông) ở các lâm phần rừng trồng loài Keo lai. Vị trí các ô tiêu chuẩn (OTC) tạm thời được thể hiện tại Hình 1. Nghiên cứu tập trung vào xác định mối liên hệ giữa chiều cao tầng trội của keo lai với các nhân tố lập địa bao gồm các yếu tố về địa hình (độ dốc, hướng dốc) và yếu tố lập địa (nhóm đất, độ dày tầng đất).



Hình 1. Sơ đồ phân bố OTC trong khu vực nghiên cứu

## 2.2. Phương pháp thu thập và xử lý số liệu

### 2.2.1. Phương pháp thu thập số liệu

Số liệu điều tra về chiều cao vút ngọn ( $H_{vn}$ ), đường kính ngang ngực ( $D_{1.3}$ ) và tuổi được kế thừa từ bộ số liệu nghiên cứu được thu thập khi thực nghiên cứu đánh giá về ảnh hưởng của gió bão tới rừng trồng Keo lai tại Quảng Trị năm 2021 [10]. Số lượng OTC bao gồm 110 OTC ( $500 \text{ m}^2$ , kích thước  $20 \times 25 \text{ m}$ ) phân bố theo các độ tuổi (từ 2 - 15 tuổi) và loại đất (10 loại đất).

*Trong đó:*

$D_{1.3}$  đo bằng thước kẹp kính có độ chính xác đến mm;

Chiều cao đo bằng thước đo cao Vertex IV có độ chính xác đến cm;

Tuổi lâm phần được xác định dựa trên hồ sơ trồng rừng và kết hợp giải tích cây tại khu vực đặt OTC.

Tọa độ tâm các OTC được xác định máy định vị cầm tay Garmin 78.

Dữ liệu về mô hình số độ cao (DEM) được download trực tiếp tại <https://earthexplorer.usgs.gov> với độ phân giải  $30 \times 30 \text{ m}$ .

Dữ liệu về đặc điểm đất đai kế thừa từ Viện Quy hoạch và Thiết kế Nông nghiệp - Bộ Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn.

### 2.2.2. Phương pháp xử lý số liệu

### a. Phương trình sinh trưởng chiều cao tăng trội

Dựa trên kết quả nghiên cứu của Gholamy A. [1], toàn bộ các OTC được chia làm 2 bộ số liệu: i) Bộ số liệu sử dụng để xây dựng mô hình chiếm 70% tổng số lượng OTC (88 OTC); ii) Bộ số liệu kiểm định sử dụng để kiểm tra và xác định sai số của phương trình chiếm 30% tổng số lượng OTC (32 OTC). Phân chia các bộ số liệu dựa trên phương pháp ngẫu nhiên trên phần mềm R (<https://cran.r-project.org/doc/FAQ/>, truy cập 12/2021).

*Bước 1: Xác định phương trình tối ưu*

Các phương trình dự kiến được sử dụng để xác định phương trình chiều cao tăng trội bao gồm các dạng chính Gompertz, Kroff, Hossfeld, Schumacher và Chapman – Richards (Bảng 1). Các mô hình dự tuyển được phân tích và xử lý bằng phần mềm R [17], với gói công cụ “rstan” ứng dụng thuật toán lấy mẫu từ phân phối xác suất MCMC (Markov chain Monte Carlo).

Chiều cao tăng trội ( $H_{dom}$ ) được xác định là chiều cao trung bình của 20% tổng số cây có chiều cao lớn nhất trong OTC. Toàn bộ các cặp  $H/A$  (cặp giá trị của chiều cao tăng trội ở các tuổi) của các OTC đều được sử dụng cho xây dựng các mô hình tối ưu. Phương trình tốt nhất được xác định dựa trên giá trị Watanabe–Akaike information criterion (WAIC) [15].

**Bảng 1. Các phương trình sử dụng ước lượng chiều cao tầng trội ( $H_{dom}$ )**

| Dạng phương trình  | Mã    | Công thức                            | Các hệ số tự do     |
|--------------------|-------|--------------------------------------|---------------------|
| Lunqdqvist – Korf  | (1)   | $H = a * e^{-b/A^c}$                 | a, b, c             |
| Shumacher          | (2)   | $H = a * e^{-b * A^c}$               | a, b, c             |
| Chapman – Richards | (3.1) | $H = a * (1 - e^{-b * A})^{1/(1-c)}$ | a, b                |
|                    | (3.2) | $H = a * (1 - e^{-b * A})^c$         | c: chỉ số hình dạng |
| Gompertz           | (4)   | $H = a * e^{-b * \exp(-c * A)}$      | a, b, c             |
| Hossfield          | (5)   | $H = \frac{A^2}{a + b A + c A^2}$    | a, b, c             |

Ghi chú: H là chiều cao tầng trội (20%); A là tuổi cây.

Bước 2: Xác định sai số phương trình tối ưu bày tại Bảng 2 để đánh giá sai số của phương trình tìm được trên bộ số liệu kiểm định. Nghiên cứu sử dụng các chỉ tiêu được trình

**Bảng 2. Chỉ tiêu sử dụng cho kiểm định mô hình được lựa chọn**

| Chỉ tiêu                        | Kí hiệu             | Công thức  |
|---------------------------------|---------------------|--|
| Sai số bình quân                | Mres                | $\sum_{i=1}^n \frac{est_i - obs_i}{n}$ (6)   |
| Tỷ số biến động                 | VR                  | $\frac{\sum_{i=1}^n (est_i - \bar{est})^2}{\sum_{i=1}^n (obs_i - \bar{obs})^2}$ (7)  |
| Tổng bình phương sai lệch       | RMS                 | $\frac{\sum_{i=1}^n (est_i - obs_i)^2}{n-p}$ (8)                                     |
| Sai số tuyệt đối bình quân      | Amers               | $\sum_{i=1}^n \frac{ est_i - obs_i }{n}$ (9)   |
| Hệ số xác định/hiệu quả mô hình | R <sup>2</sup> /Mef | $\frac{\sum_{i=1}^n (est_i - \bar{est})^2}{\sum_{i=1}^n (obs_i - \bar{obs})^2}$ (10) |

Ghi chú:  $est_i$ : giá trị ước tính i;  $obs_i$ : giá trị quan sát i; n: số lượng giá trị quan sát; p: số bậc do.

**b. Xác định phương trình cho các cấp lập địa**

Trên cơ sở phương trình tối ưu, xác định tuổi cơ sở ( $A_0$ ) cho rừng trồng Keo lai tại khu vực nghiên cứu và từ đó xác định chiều cao tầng trội tại tuổi cơ sở ( $H_0$ ).

Sử dụng công cụ phân tích không gian được tích hợp trên phần mềm ArcGIS 10.5 (ArcGIS tools) để xác định các nhân tố đầu vào của mô hình như độ dốc, hướng dốc... sau đó vận dụng kỹ thuật chồng ghép trong GIS để xác định bản đồ phân cấp lập địa.

- Xác định độ dốc: sử dụng công cụ trong hộp thoại của ArcToolBox: Toolboxes > Spatial Analyst Tools > Surface > Slope.
- Xác định hướng dốc: sử dụng công cụ trong hộp thoại của ArcToolBox: Toolboxes > Spatial Analyst Tools > Surface > Azimuth.
- Xác định độ lồi/lõm: sử dụng công cụ trong hộp thoại của ArcToolBox: Toolboxes > Spatial Analyst Tools > Surface > Curvature.
- Xác định độ cao: sử dụng công cụ Extract Values to Points trong ArcGIS 10.5. Toolboxes > Spatial Analyst Tools > Extraction > Extract Values to Points.
- Trích xuất các biến: sử dụng công cụ

Extract Multi Values to Points trong ArcGIS 10.5. Toolboxes > Spatial Analyst Tools > Extraction > Extract Multi Values to Points.

Trên cơ sở dữ liệu về bản đồ đất tỉnh Quảng Trị xây dựng các lớp thông tin đơn tính và sau đó sử dụng các công cụ chuyển đổi, trích xuất dữ liệu để xác định các thông tin cho từng nhân tố trong phương trình quan hệ với chỉ số lập địa (SI). Từ phương trình chiều cao tầng trội xác định chỉ số SI cho toàn bộ các OTC, và sau đó xác định mối quan hệ SI với các nhân tố tham gia theo công thức (11):

$$SI \sim a_1 * X_1 + a_2 * X_2 + \dots + a_n * X_n \quad (11)$$

Trong đó:

SI: chỉ số lập địa;  $a_1 \dots a_n$ : hệ số của phương trình;  $X_i$ : nhân tố ảnh hưởng (Bảng 3).

Trong phạm vi của nghiên cứu, chỉ lựa chọn một số nhân tố chính về lập địa bao gồm đất và địa hình. Các nhân tố khác không được đưa vào mô hình do thiếu thông tin nghiên cứu chuyên sâu. Các phương trình ước tính SI được xử lý trên R cho phép lựa chọn phương trình tối ưu dựa trên toàn bộ các yếu tố đầu vào. Phương trình tối ưu được xác định dựa trên chỉ số Akaike information criterion (AIC) [15].

**Bảng 3. Các yếu tố tham gia vào phương trình xác định chỉ số lập địa**

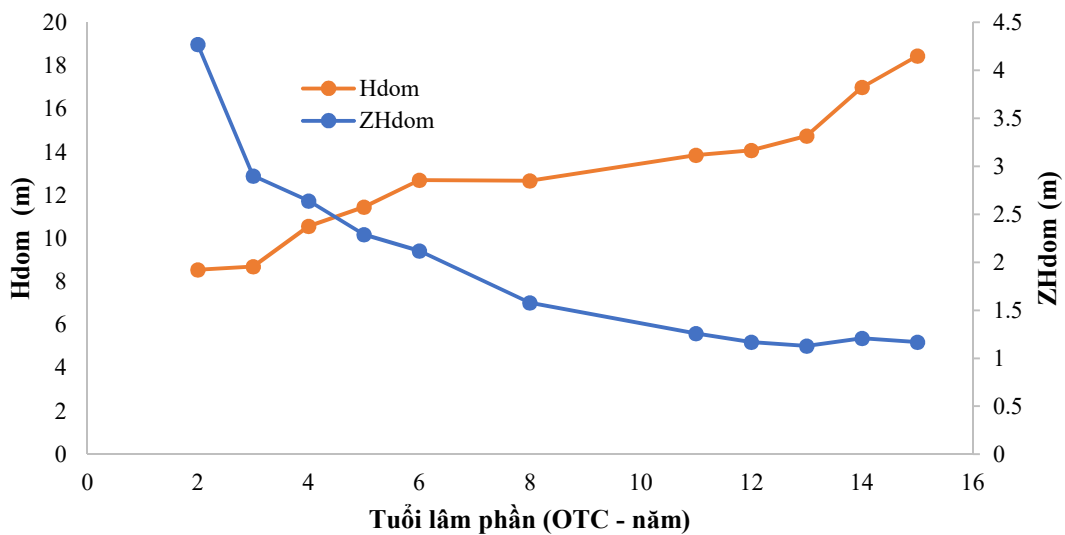
| Nhân tố (Đơn vị) | Kí hiệu | Đặc điểm                                     |
|------------------|---------|--|
| Độ cao (m)       | Elv     | Độ cao so với mực nước biển                  |
| Độ dốc (m)       | Slo     | Biến động 0 - 40°                            |
| Hướng dốc        | Az      | Biến động 0 - 360°                           |
| Mức độ lồi/lõm   | Cur     | Bao gồm 2 cấp: lồi (1) và lõm (0)            |
| Loại đất (loại)  | Sty     | Bao gồm 10 loại đất trong khu vực nghiên cứu |
| Độ dày tầng đất  | Sde     | Biến động 0 - 120 cm                         |

Ứng dụng kỹ thuật hệ thống thông tin địa lý (GIS) xây dựng các bản đồ về  $H_{dom}$  và chỉ số lập địa. Các kỹ thuật chồng ghép (Overlay) và công cụ Raster Calculation được sử dụng để xây dựng bản đồ cấp lập địa trên cơ sở phương trình được lựa chọn.

### 3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

#### 3.1. Sinh trưởng chiều cao tầng trội cho rừng trồng Keo lai tại khu vực nghiên cứu

Dựa trên số liệu tổng hợp của 110 OTC thu thập được cho loài Keo lai tại tỉnh Quảng Trị, kết quả về đặc điểm sinh trưởng  $H_{dom}$  được trình bày tại Hình 2 mô tả cho sinh trưởng của Keo lai từ tuổi 2 đến tuổi 15 về  $H_{dom}$  và tăng trưởng bình quân hàng năm về  $H_{dom}$  ( $ZH_{dom}$ ).



**Hình 2. Biểu đồ sinh trưởng  $H_{dom}$  và  $ZH_{dom}$  cho Keo lai tại khu vực Quảng Trị**

Sinh trưởng  $H_{dom}$  có xu hướng tăng theo tuổi của lâm phần biến động từ 8,54 m (tại tuổi 2) tới 18,45 m (tại tuổi 15) và có sự khác biệt rõ ràng trong từng giai đoạn tuổi, trong đó, giai đoạn tăng mạnh ( $\leq 6$  tuổi) với biến động về  $H_{dom}$  đạt tới 12,7 m (0-6 tuổi) và giai đoạn tăng chậm (7-15 tuổi) biến động  $H_{dom}$  chỉ đạt 5,75 m. Đối với đặc trưng về sinh trưởng hàng năm,  $ZH_{dom}$  có xu hướng giảm dần theo tuổi và có xu hướng giảm mạnh ở giai đoạn tuổi nhỏ (2 - 4 tuổi) so với giai đoạn tiếp theo (trên cơ sở độ dốc của đường mô tả  $ZH_{dom}$ , Hình 2). Xu hướng này phù hợp với đặc điểm về sinh trưởng của Keo lai đã được

nhiều nhà nghiên cứu trước đây chỉ ra [11], theo đó sinh trưởng về chiều cao của Keo lai tăng mạnh trong giai đoạn tuổi nhỏ và giảm dần trong giai đoạn sau. Như vậy, đặc trưng về  $H_{dom}$  và  $ZH_{dom}$  tại khu vực nghiên cứu phù hợp với đặc điểm sinh trưởng của loài Keo lai nói chung ở Việt Nam.

#### 3.2. Xây dựng phương trình đường cong định hướng của $H_{dom}$

##### 3.2.1. Lựa chọn phương trình tối ưu

Dựa trên các phương trình dự tuyến, nhóm nghiên cứu đã tiến hành xây dựng các mã (code) riêng cho từng dạng phương trình trên nền của

phần mềm R-Studio qua gói ‘rstan’. Kết quả nghiên cứu chỉ ra rằng dạng phương trình Chapman-Richards (Mã 3.1) là dạng phương

trình tối ưu để mô tả cho sinh trưởng về  $H_{dom}$  của Keo lai dựa trên các cặp H/A của các OTC tạm thời (Bảng 4).

**Bảng 4. Tham số thống kê dạng Chapman-Richards qua phương pháp ước lượng Bayesian**

| Dạng phương trình                         | Tham số | Giá trị trung bình ước tính (m) | 2,5%  | 50%   | 97,5% | rhat |
|---|---------|---------------------------------|-------|-------|-------|------|
| Chapman-Richards (3.1)<br>(WAIC = 286,03) | a       | 23,04                           | 15,34 | 22,62 | 33,91 | 1,07 |
|   | b       | 0,04                            | 0,01  | 0,03  | 0,15  | 1,02 |
|   | c       | -0,95                           | -1,35 | -0,96 | -0,43 | 1,02 |

Kết quả tại Bảng 4 cho thấy: Dạng phương trình Chapman-Richards thích hợp nhất với chỉ số WAIC nhỏ nhất. Các tham số ước tính của phương trình a, b và c lần lượt là 23,04; 0,04 và -0,95, khoảng biên động của giá trị ước lượng các tham số từ 2,5-97,5% đều thỏa mãn (không chứa giá trị 0). Kết quả này trùng hợp với kết luận của Burkhart và Tomé [3] khi nghiên cứu lựa chọn các dạng hàm tăng trưởng đường cong chiều cao cho các đối tượng rừng trồng dựa trên

các hàm tăng trưởng thường gặp. Các dạng phương trình khác (Mã 1, 2, 3.2, 4, 5) đều cho kết quả không phù hợp do không đảm bảo về tham số ước lượng hay độ chụm (rhat) của các giá trị ước tính lớn.

**3.2.2. Xác định sai số của phương trình tối ưu**

Phương trình 3.1, viết lại dưới dạng chính tắc:  $H_{dom} = 23,04 * (1 - e^{-0,04 * A})^{0,51}$  (12), được sử dụng để xác định các sai số của phương trình dựa trên bộ số liệu kiểm định (Bảng 5).

**Bảng 5. Chỉ tiêu kiểm định của phương trình tối ưu Chapman-Richards**

| Chỉ tiêu                       | Giá trị |
|--------------------------------|---------|
| Sai số bình quân (m)           | 0,18    |
| Tổng bình phương sai lệch (m)  | 0,89    |
| Sai số tuyệt đối bình quân (m) | 0,76    |
| Độ chính xác (%)               | 91%     |

Kết quả tại Bảng 5 cho thấy: Phương trình tối ưu có độ chính xác đạt 91%, tổng bình phương sai lệch đạt 0,89 m và sai số tuyệt đối bình quân ở 0,76 m. Chính do vậy, phương trình 3.1 được đánh giá đảm bảo sự phù hợp và có khả năng ứng dụng vào thực tiễn cho khu vực nghiên cứu. Phan Minh Sáng [13] khi nghiên cứu các phương pháp xây dựng đường cong sinh trưởng tăng cây trội cho Keo tai tượng (phương pháp OTC tạm thời và phương pháp sử dụng cây giải tích) đã nhận định cả hai phương pháp đều phù hợp. Kết quả của nghiên cứu này chính là một minh chứng rõ ràng về tính khả thi cho việc sử dụng phương pháp OTC tạm thời trong lập biểu cấp năng suất rừng trồng, đặc biệt khi không có số liệu đo đếm định kỳ của OTC định vị, cây giải tích, hoặc đặc tính sinh học của loài cây không cho phép xác định chính xác quy luật vòng sinh trưởng. Đứng trên góc độ thống kê sinh học, phương pháp này đảm bảo độ chính xác và không đòi hỏi quá cao về kỹ thuật cũng

như thời gian trong quá trình thu thập số liệu và xây dựng các mô hình lý thuyết. Mặt khác, sinh trưởng chiều cao theo cấp năng suất lập địa theo phương pháp đường cong định hướng có xu thế tăng rất ít khi lâm phần đạt được một tuổi thành thực nhất định [9], do đó phù hợp hơn so với phương pháp xác lập cấp năng suất bằng số liệu cây giải tích khi rừng còn ít tuổi [16]. Do vậy, kết quả của nghiên cứu này đã củng cố việc áp dụng phương pháp này trong thực tiễn.

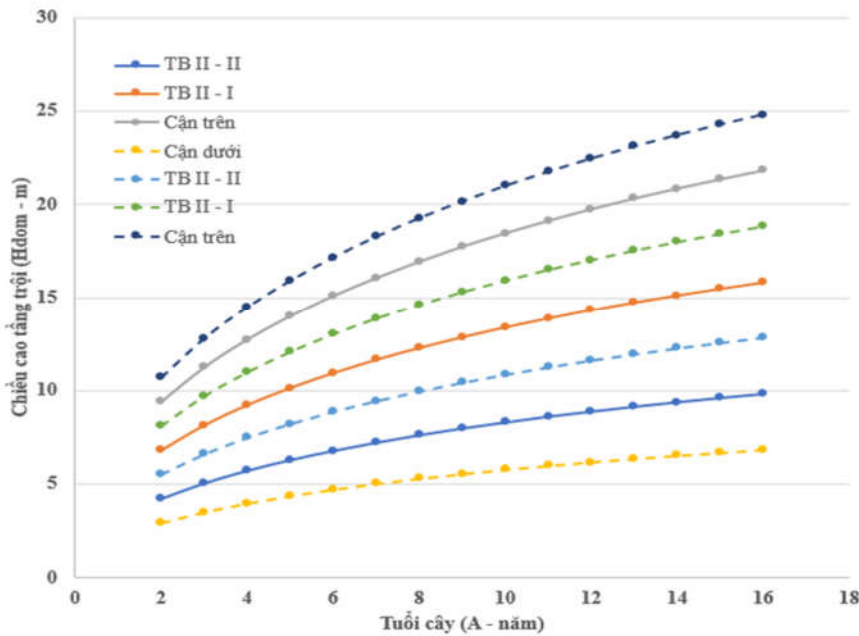
Phương trình Chapman-Richards (Mã 3.1) đã được sử dụng để xác định lượng tăng trưởng thường xuyên hàng năm ( $ZH_{dom}$ ), lượng tăng trưởng bình quân năm ( $\Delta H_{dom}$ ) và suất tăng trưởng chiều cao (Ph%) cho Keo lai tại khu vực Quảng Trị. Kết quả tại cho thấy: Lượng tăng trưởng thường xuyên hàng năm có xu hướng giảm dần theo tuổi của lâm phần (giá trị  $ZH_{dom}$  cao nhất tại tuổi 2). Xu hướng tương tự cũng được thấy với lượng tăng trưởng bình quân năm (giảm dần từ tuổi 3) và suất tăng trưởng chiều

cao tầng trội, trong đó Ph% có xu hướng giảm mạnh ở các giai đoạn rừng còn non. So sánh kết quả khảo sát của hàm được lựa chọn này cũng cho thấy có sự tương đồng với số liệu thực địa.

**3.2.3. Xác định tuổi cơ sở (A<sub>0</sub>)**

Tuổi cơ sở (A<sub>0</sub>) trong nghiên cứu này được xác định tại tuổi có biến động về H<sub>dom</sub> lớn nhất và kết hợp với đặc điểm thực tế của khu vực nghiên cứu. Bảo Huy [5] trong bài giảng “Sản lượng rừng” cũng cho rằng A<sub>0</sub> được xác định tại thời điểm mà các lâm phần khác nhau đã có sự phân hóa chiều cao H<sub>o</sub> rõ rệt. Dựa trên các xác định H<sub>o</sub> (chiều cao tầng trội ở tuổi cơ sở) đã nêu, kết quả tính toán H<sub>dom</sub> tại tuổi 4 cho thấy biến

động về H<sub>dom</sub> đạt giá trị lớn nhất (4 – 14 m) và ZH<sub>dom</sub> cao. Chính vì vậy, nghiên cứu đã lựa chọn tuổi 4 là tuổi cơ sở cho việc phân chia và xác định các cấp sinh trưởng trong khu vực. Số lượng cấp lập địa được lựa chọn tối ưu nhất bao gồm 3 cấp do khoảng biến động của mỗi cấp thường được lựa chọn lớn hơn từ 3 – 7 lần so với sai số đo cao (dao động ±0,5 m đến ±1 m). Cụ thể: Cấp I (sinh trưởng tốt) dao động 11,0 – 14,5 m; cấp II (sinh trưởng trung bình) dao động 7,5 – 11,0 m và cấp III (sinh trưởng thấp) dao động từ 4,0 đến 7,5 m) kết quả cho thấy ở Bảng 7.



Hình 3. Đường cong sinh trưởng chiều cao tầng trội cho Keo lai tại khu vực nghiên cứu

Bảng 7. Dạng phương trình cho các đường giới hạn đường cong chiều cao tầng trội

| Cấp sinh trưởng | Dạng phương trình                              | Ghi chú                   |
|-----------------|--|---------------------------|
| Cấp I           | $H_0 = 14,5/0,377 * (1 - e^{-0,04*A})^{0,51}$  | Cận trên                  |
|                 | $H_0 = 12,75/0,377 * (1 - e^{-0,04*A})^{0,51}$ | Đường sinh trưởng cấp I   |
|                 | $H_0 = 11,0/0,377 * (1 - e^{-0,04*A})^{0,51}$  | Đường bình quân I-II      |
| Cấp II          | $H_0 = 9,25/0,377 * (1 - e^{-0,04*A})^{0,51}$  | Đường sinh trưởng cấp II  |
|                 | $H_0 = 7,5/0,377 * (1 - e^{-0,04*A})^{0,51}$   | Đường bình quân II-III    |
| Cấp III         | $H_0 = 5,75/0,377 * (1 - e^{-0,04*A})^{0,51}$  | Đường sinh trưởng cấp III |
|                 | $H_0 = 4/0,377 * (1 - e^{-0,04*A})^{0,51}$     | Cận dưới                  |

**3.3. Xây dựng bản đồ phân cấp lập địa cho keo lai**

Hai gói ứng dụng (‘glmult’ và ‘glmm’) đã được lựa chọn để phân tích bộ dữ liệu nhằm tìm ra mối liên hệ giữa nhóm các nhân tố lập địa

(các đặc điểm của đất, địa hình và vị trí) và chỉ số lập địa (SI) cho toàn bộ các khu vực nghiên cứu bằng phần mềm R. Kết quả tính toán thống kê cho 10 mô hình có chỉ số AIC thấp nhất trên bộ dữ liệu phân tích được liệt kê tại Bảng 8.

**Bảng 8. 10 mô hình thử nghiệm có chỉ số AIC thấp nhất**

| Mã   | Dạng mô hình                       | AIC    | Trọng số |
|------|------------------------------------|--------|----------|
| 1.1  | SI ~ a*Sty + b*Sde                 | 283,22 | 0,44     |
| 1.2  | SI ~ a*Sty + b*Slo + c*Sde         | 285,00 | 0,18     |
| 1.3  | SI ~ a*Sty + b*Elv + c*Sde         | 285,33 | 0,15     |
| 1.4  | SI ~ a*Sty + b*Cur + c*Sde         | 286,74 | 0,08     |
| 1.5  | SI ~ a*Sty + b*Elv + c*Slo + d*Sde | 287,81 | 0,04     |
| 1.6  | SI ~ a*Sty + b*Az + c*Sde          | 288,76 | 0,03     |
| 1.7  | SI ~ a*Sty + b*Cur + c*Slo + d*Sde | 289,04 | 0,02     |
| 1.8  | SI ~ a*Sty + b*Cur + c*Elv + d*Sde | 289,33 | 0,02     |
| 1.9  | SI ~ a*Sty + b*Az + c*Slo + d*Sde  | 290,64 | 0,01     |
| 1.10 | SI ~ a*Sty + b*Az + c*Elv + d*Sde  | 291,10 | 0,01     |

Ghi chú: Sty: loại đất; Sde: độ dày tầng đất; Slo: độ dốc; Elv: Độ cao; Cur: độ lồi lõm của địa hình; Az: hướng dốc

Kết quả tại Bảng 8 cho thấy: Các mô hình 1.1, 1.2, và 1.3 có giá trị AIC thấp nhất trong tổng số các mô hình thử nghiệm (đánh giá dựa trên yếu tố chủ đạo) và được lựa chọn để kiểm tra sự tồn tại của các hệ số trong mỗi mô hình (Bảng 9).

**Bảng 9. Kết quả ước lượng tham số và sai tiêu chuẩn (SE) của 3 phương trình hồi quy tuyến tính lựa chọn cho SI cho rừng trồng Keo lai tuổi 4**

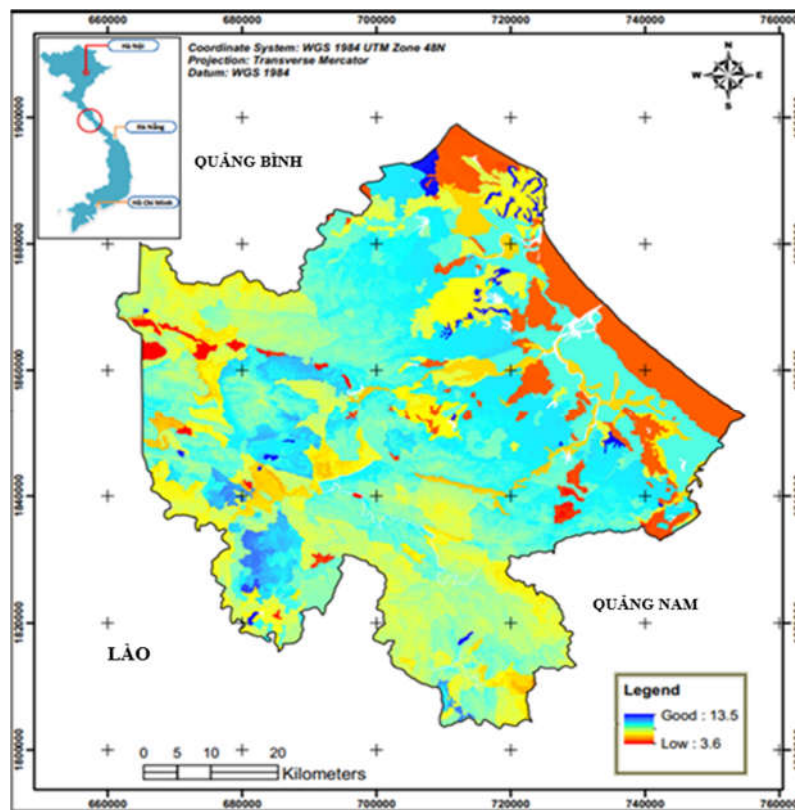
| Nhân tố | Mô hình 1.1<br>(AIC = 283,2) |      |         | Mô hình 1.2<br>(AIC = 285,0) |      |         | Mô hình 1.3<br>(AIC = 285,3) |      |         |
|---------|------------------------------|------|---------|------------------------------|------|---------|------------------------------|------|---------|
|         | Giá trị                      | SE   | P-value | Giá trị                      | SE   | P-value | Giá trị                      | SE   | P-value |
| Sty C   | 5,21                         | 0,44 | ***     | 5,17                         | 0,45 | ***     | 5,18                         | 0,45 | ***     |
| Sty Fa  | 8,44                         | 0,60 | ***     | 8,11                         | 0,70 | ***     | 7,78                         | 1,03 | ***     |
| Sty Fe  | 6,88                         | 0,90 | ***     | 6,41                         | 1,03 | ***     | 6,76                         | 0,92 | ***     |
| Sty Fl  | 12,16                        | 1,28 | ***     | 12,04                        | 1,29 | ***     | 12,15                        | 1,29 | ***     |
| Sty Fj  | 7,08                         | 0,80 | ***     | 6,46                         | 1,03 | ***     | 6,59                         | 1,02 | ***     |
| Sty Fk  | 6,33                         | 1,28 | ***     | 5,87                         | 1,37 | ***     | 5,75                         | 1,48 | ***     |
| Sty Fq  | 6,85                         | 0,74 | ***     | 6,61                         | 0,78 | ***     | 6,66                         | 0,77 | ***     |
| Sty Fs  | 7,14                         | 0,57 | ***     | 7,06                         | 0,58 | ***     | 7,08                         | 0,58 | ***     |
| Sty Pb  | 6,35                         | 1,28 | ***     | 6,32                         | 1,29 | ***     | 6,35                         | 1,29 | ***     |
| Sty Pg  | 8,51                         | 0,71 | ***     | 8,49                         | 0,71 | ***     | 8,49                         | 0,71 | ***     |
| Sde     | 2,20                         | 0,60 | ***     | 2,10                         | 0,61 | ***     | 2,18                         | 0,60 | ***     |
| Slo     | -                            | -    | -       | 0,03                         | 0,03 | -       | -                            | -    | -       |
| Elv     | -                            | -    | -       | -                            | -    | -       | 0,15                         | 0,19 | -       |

Ghi chú: Mức ý nghĩa: ‘\*\*\*’ 0,001; ‘\*\*’ 0,01; ‘\*’ 0,05.

C: Đất cát; Fa: Đất vàng đỏ trên đá mac ma axit; Fe: Đất nâu tím trên đá sét màu tím; Fl: Đất phù sa glây trung tính ít chua; Fj: Đất đỏ vàng trên đá biến chất; Fq: Đất vàng nhạt trên đá cát; Fs: Đất đỏ vàng trên đá sét; Pb: Đất phù sa được bồi bởi các sông khác; Pg: Đất phù sa Glây.

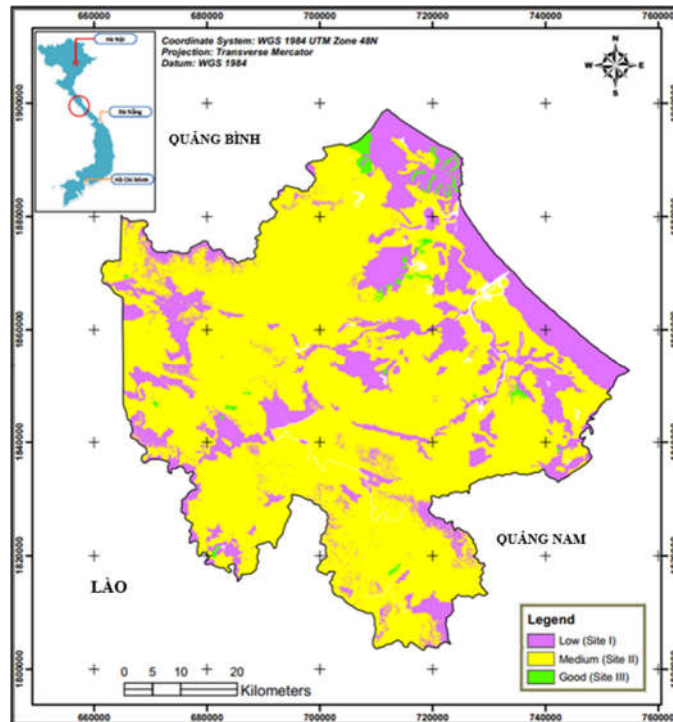
Kết quả được ghi tại Bảng 9 cho thấy: Mô hình 1.1 phù hợp nhất với giá trị AIC nhỏ nhất (283,2) và các tham số đều tồn tại ( $P < 0,05$ ), trong khi 2 mô hình còn lại (1.2 và 1.3) có chứa các tham số không tồn tại ( $P > 0,05$ ). Mô hình 1.1 chỉ bao gồm biến loại đất (Sty) và biến độ dày tầng đất (Sde). Như vậy, trong 3 mô hình được thử nghiệm, mô hình 1.1 được lựa chọn để ước tính SI. Ảnh hưởng của các loại đất tới sinh trưởng  $H_{dom}$  được thấy rõ ràng qua các hệ số của từng loại đất, trong đó sinh trưởng  $H_{dom}$  thấp nhất thấy ở loại đất cát với các hệ số đạt 5,21. Kết quả này phù hợp với các nghiên cứu trước đây về phân hạng đất thích hợp cho Keo lai. Tiêu chuẩn TCVN 11366-1:2016 đã xác định loại đất cát được đánh giá ở mức ít thích hợp (mức 3) cho sinh trưởng của Keo lai và thấp hơn so với các loại đất có trong khu vực nghiên cứu như Fa, Fs.... Với hệ số ước tính 2,20, mối quan hệ độ dày tầng đất và sinh trưởng  $H_{dom}$  được xác định có ảnh hưởng tỷ lệ thuận, có nghĩa sinh trưởng  $H_{dom}$  ở các khu vực có tầng đất dày hơn sẽ cao hơn. Điều này được giải thích qua sự ảnh hưởng của độ dày tầng đất tới khả năng sinh

trưởng của bộ rễ thực vật, khi độ dày tầng đất tăng thúc đẩy sự phát triển của bộ rễ và làm tăng khả năng thu nhận chất dinh dưỡng từ đó đẩy mạnh sự sinh trưởng và phát triển của các loài thực vật nói chung. Trần Công Quân [12] cũng khẳng định sinh trưởng của Keo lai chịu ảnh hưởng của độ dày tầng đất, sinh trưởng của Keo lai ở lập địa có tầng đất dày lớn hơn so với sinh trưởng ở tầng đất trung bình và mỏng. Như vậy, kết quả tìm ra ở mô hình 1.1 là có cơ sở khoa học và phù hợp. Dựa trên kết luận này, tác giả đã sử dụng mô hình 1.1 cho xác định SI trong khu vực tỉnh Quảng Trị. Kết quả phân tích các chỉ tiêu về sai số của mô hình 1.1 trên bộ số liệu kiểm định cho thấy mô hình có sai số chấp nhận được với trung bình sai số tuyệt đối và trung bình thấp (đạt lần lượt 1,05 m và 1,03 m) và có độ chính xác cao (87,9%). Nghiên cứu sử dụng mô hình 1.1, cơ sở dữ liệu GIS về phân bố đất cùng với việc áp dụng các kỹ thuật phân tích không gian trên phần mềm ArcGIS để xây dựng bản đồ phân bố về chỉ số lập địa và các cấp lập địa cho toàn bộ các khu vực trong tỉnh Quảng Trị (Hình 4 và Hình 5).



**Hình 4. Phân bố chỉ số lập địa cho Keo lai tại khu vực nghiên cứu**





Hình 5. Phân bố cấp lập địa cho rừng trồng Keo lai trên cơ sở mô hình 1.1

#### 4. KẾT LUẬN

Chỉ số lập địa là một công cụ hữu ích cho việc ước tính khả năng sản xuất của một khu vực hay lập địa cụ thể. Kết quả của nghiên cứu này đã xác định được phương trình tối ưu cho mô phỏng sinh trưởng về chiều cao tầng trội của loài Keo lai có dạng Chapman – Richards thông qua việc ứng dụng phương pháp đường cong định hướng dựa trên các cặp số liệu về H/A có độ tin cậy tốt. Bên cạnh đó, biểu đồ sinh trưởng chiều cao tầng trội là một công cụ hữu ích cho việc xác định đặc điểm này cho rừng trồng Keo lai tại khu vực Quảng Trị cũng đã được đưa ra. Kết quả của nghiên cứu này cũng đã khẳng định lại tính khả thi khi sử dụng phương pháp đường cong định hướng khi xác lập cấp lập địa cho rừng trồng tại Việt Nam. Ngoài ra, nghiên cứu này cũng đã cung cấp các dữ liệu GIS về phân bố của các cấp lập địa dựa trên mối quan hệ giữa chỉ số lập địa với 2 nhân tố chính (loại đất và độ dày tầng đất). Tính thực tiễn của dữ liệu này có thể cho phép xác định được cấp lập địa cho rừng trồng Keo lai trong khu vực hay được sử dụng để ước tính sinh trưởng của rừng trồng Keo lai trong giai đoạn kế tiếp.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Gholamy Afshin, Kreinovich Vladik & Olga Kosheleva (2018). Why 70/30 or 80/20 Relation Between

Training and Testing Sets: A Pedagogical Explanation. Departmental Technical Reports (Computer Science). University of Texas at El Paso.

[2]. Nguyễn Trọng Bình (2003). Lập biểu cấp đất và biểu thể tích tạm thời rừng keo trồng thuần loài. Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển nông thôn. 7.

[3]. H.E. Burkhart & M. Tomé (2012). Modeling Forest Trees and Stand. ed. Springer Netherlands. Dordrecht.

[4]. Hồ Thanh Hà (2013). Xây dựng bản đồ cấp năng suất cho rừng keo lai tại Thừa Thiên Huế. Trường Đại học Lâm nghiệp, Hà Nội.

[5]. Bảo Huy (2011). Bài giảng Sản lượng rừng. Trường Đại học Tây Nguyên. Tây Nguyên.

[6]. Le Dinh Kha (2000). Studies on natural hybrids of *Acacia mangium* and *A. auriculiformis* in Vietnam. Journal of Tropical Forest Science. 12(4): 794-803.

[7]. Le Dinh Kha & Ha Huy Thinh (2016). Research and development of *acacia hybrids* for commercial planting in Vietnam. Vietnam Journal of Science, Technology and Engineering. 60(1): 36-42.

[8]. Kha Le, Harwood Christopher, Kien Nguyen, Baltunis Brian, Hai Nguyen & Thinh Ha (2012). Growth and wood basic density of *acacia hybrid* clones at three locations in Vietnam. New Forest. 43: 13-29.

[9]. K.S. Milner (1992). Site index và height growth curves for ponderosa pine, western larch, lodgepole pine, và Douglas-fir in western Montana. Western Journal of Applied Forestry. 7: 9-14.

[10]. Nguyen Trong Minh (2021). Assessing wind damage risk of Vietnam timber plantations with integrating physical stabilities of trees and aerodynamics in complex topography. The United Graduate School of Agricultural Science, Gifu University.

[11]. Trần Thị Ngoan & Trần Quang Bảo (2019). Sinh trưởng của rừng trồng keo lai (*Acacia auriculiformis* x *Acacia mangium*) trên những cấp đất khác nhau tại tỉnh Đồng Nai. Tạp chí Khoa học và Công nghệ Lâm nghiệp. 6: 25-35.

[12]. Trần Công Quân (2013). Nghiên cứu một số cơ sở khoa học nâng cao hiệu quả kinh tế rừng trồng nguyên liệu bằng keo lai (*Acacia mangium* x *A. Auriculiformis*) và bạch đàn urophylla (*Eucalyptus urophylla*) ở hai tỉnh Thái Nguyên và Bắc Kạn. Viện Khoa học Lâm nghiệp Việt Nam, Hà Nội.

[13]. Phan Minh Sáng (2013). Lập biểu cấp năng suất rừng trồng keo tai tượng (*acacia mangium*) bằng phương pháp đường cong định hướng (Guide Curve). Tạp chí Khoa học Lâm nghiệp. 2: 2772-2781.

[14]. J.P. Skovsgaard & J.K. Vanclay (2008). Forest site productivity: a review of the evolution of densitometric concepts for even-aged stands. Forestry. 81: 13-31.

[15]. Watanabe Sumio (2013). A Widely Applicable Bayesian Information Criterion. Journal of Machine Learning Research. 14: 867-897.

[16]. J.S. Thrower & J.W. Goudie (1992). Estimating dominant height và site index of even-aged interior Douglas-fir in British Columbia. Western Journal of Applied Forestry. 7: 20-25.

[17]. Nguyễn Văn Tuấn (2006). Phân tích dữ liệu và tạo biểu đồ bằng R. NXB Khoa học và Kỹ thuật.

## **BUILDING SITE INDEX MAPS FOR *ACACIA* HYBRID PLANTATIONS IN QUANG TRI**

**Nguyen Trong Minh, Pham The Anh, Vu Tien Hung**

*Vietnam National University of Forestry*

### **ABSTRACT**

Establishing information about the land productivity level of planted forests in digital maps creates favorable conditions to manage planted forests as well as orients sustainable forest development. Through 110 temporary plots of *Acacia* hybrid plantations in Quang Tri, this study confirmed that the most suitable equation to estimate the growth of  $H_{dom}$  of this species was the Chapman-Richards function which had the lowest value of WAIC and high accuracy, according to the guide curve method by applying the 'rstan' package on R software. Based on the results of the  $H_{dom}$  estimation equation, the site index has been determined through the relationship with site factors such as soil type and soil thickness and had good test results on the validation dataset, with high accuracy and acceptable errors. By applying of overlay techniques in ArcGIS software, the digital maps of site index, and  $H_{dom}$  have been built that are meaningful for forestry productions in the research region as well as provided a basis for the application of this research method to other locations.

**Keywords:** *Acacia* hybrid plantations, digital maps,  $H_{dom}$ , site index, Quang Tri.

**Ngày nhận bài** : 07/10/2022

**Ngày phản biện** : 14/11/2022

**Ngày quyết định đăng** : 13/12/2022