

# MÔ HÌNH PHÂN BỐ TẦN SUẤT ĐƯỜNG KÍNH VÀ CHIỀU CAO LÂM PHẦN KEO LÁ TRÀM (*ACACIA AURICULIFORMIS*) TẠI VÙNG CÁT VEN BIỂN HUYỆN LỆ THỦY, TỈNH QUẢNG BÌNH

Lê Đức Thắng

Viện Nghiên cứu và Phát triển Vùng, Bộ Khoa học và Công nghệ

Tác giả liên hệ: thangs.accr@gmail.com

Nhận bài: 05/05/2023 Hoàn thành phản biện: 31/05/2023 Chấp nhận bài: 21/06/2023

## TÓM TẮT

Phân bố tần suất đường kính, chiều cao lâm phần cung cấp các thông tin quan trọng để các nhà quản lý xây dựng các phương án quản lý rừng phù hợp và hiệu quả với mục đích kinh doanh. Trong nghiên cứu này, đã thiết lập 18 ô tiêu chuẩn kích thước 500 m<sup>2</sup> theo phương pháp chọn mẫu ngẫu nhiên phân tầng không theo tỷ lệ để thu thập dữ liệu các lâm phần keo lá tràm từ 5 đến 12 tuổi trồng tại vùng cát ven biển huyện Lệ Thủy, tỉnh Quảng Bình. Phương pháp ước lượng hợp lý tối đa (Maximum Likelihood Estimation) và tiêu chuẩn Kolmogorov-Smirnov đã được sử dụng để mô hình hóa sự phân bố tần suất đường kính, chiều cao. Số cây tập trung ở các cấp đường kính D2 (4-6 cm) chiếm 34,3%, cấp đường kính D3 (6-8 cm) chiếm 32,0%, cấp đường kính D4 (8-10 cm) chiếm 16,9%; tổng 3 cấp đường kính này chiếm 83,1% tổng số cây trong lâm phần. Số cây tập trung ở cấp chiều cao H1 (2-4 m) chiếm 23,9%, cấp chiều cao H2 (4-6 m) chiếm 66,0%; tổng 2 cấp chiều cao này chiếm 89,9% tổng số cây. Số cây giảm dần khi đường kính (hoặc chiều cao) tăng lên hoặc giảm đi mỗi cấp. Phân phối Lognormal phù hợp nhất để mô phỏng quy luật phân bố đường kính và phân phối Weibull phù hợp nhất để mô phỏng quy luật phân bố chiều cao.

**Từ khóa:** Cấu trúc rừng, Keo lá tràm, Mô hình phân bố tần suất

## MODELING FREQUENTLY DISTRIBUTION OF DIAMETER, TREE HEIGHT OF *ACACIA AURICULIFORMIS* STANDS IN LE THUY DISTRICT, QUANG BINH PROVINCE

Le Duc Thang

Institute of Regional Research and Development, Ministry of Science and Technology

### ABSTRACT

The frequency distribution of stand diameter and height provides managers with crucial information to offer suitable and efficient solutions for managing forests for commercial purposes. In this study, 18 temporary plots were established with an area of 500 m<sup>2</sup> (20m x 25 m) set up using to non-proportional stratified random sampling method for data collection of *Acacia auriculiformis* stands from 5 to 12 years old planted in the coastal sandy areas of Le Thuy district, Quang Binh province. The frequency distribution of diameter and height was modeled using the Maximum Likelihood Estimation and Kolmogorov-Smirnov standard. The percentage of trees concentrated in the diameter sizes D2 (4 - 6 cm), D3 (6 - 8 cm), and D4 (8 - 10 cm) was 34.3%, 32.0%, and 16.9%, respectively. These three diameters accounted for 83.1% of the total number of trees. The percentage of trees concentrated in the height sizes H1 (2 - 4 cm), H2 (4 - 6 cm) was 23.9% and 66.0%, respectively. These two height accounted for 89.9% of the total number of trees. The number of trees decreased as the diameter size (or height size) increased or decreased. The diameter distribution could be most accurately simulated by the Lognormal distribution, and the height distribution could be most accurately simulated by the Weibull distribution.

**Keywords:** *Acacia auriculiformis*, Forest structure, Frequency distribution modeling

## 1. MỞ ĐẦU

Cấu trúc rừng là sự phân bố kích thước của loài và cá thể trên diện tích rừng. Cấu trúc lâm phần là kết quả tổng hợp của đặc tính sinh trưởng loài cây, điều kiện môi trường và biện pháp tác động (Husch et al., 2002). Các nhân tố cấu trúc rừng rất phong phú, bao gồm cấu trúc tổ thành, cấu trúc tầng, cấu trúc tuổi, cấu trúc mật độ, cấu trúc đường kính, cấu trúc chiều cao, ... (Vũ Tiến Hinh, 2012). Phân bố tần suất đường kính, chiều cao lâm phần cung cấp các thông tin quan trọng giúp người quản lý xây dựng các biện pháp kỹ thuật lâm sinh tác động phù hợp và quản lý rừng có hiệu quả. Việc xác định và ước lượng các biên định lượng của các lâm phần là yêu cầu cơ bản và rất quan trọng đối với việc quản lý sản xuất và quy hoạch rừng (Zheng và Zhou, 2010). Nghiên cứu cấu trúc rừng trồng thông qua các hàm phân phối xác suất làm cơ sở xây dựng các phương pháp khai thác và quản lý rừng hiệu quả cũng đã được thực hiện trên các đối tượng như rừng Keo tai tượng (*Acacia mangium*) ở Hòa Bình (Nguyễn Việt Hưng, 2016), ở Ba Vì (Bui Manh Hung và cs., 2021; Hung và cs., 2023); rừng neem (*Azadirachta indica*) ở Ghana (Nanang, 1998); rừng thông ở Trung Quốc (Zhang và Lei, 2010); rừng sồi ở Iran (Fallahchai và cs., 2012); rừng mỡ ở Tuyên Quang (Lê Đức Thắng và cs., 2020); rừng keo lá liềm (*A. crassicarpa*) ở Bình Thuận (Nguyễn Văn Việt và cs., 2020); ... Trong nghiên cứu này, sử dụng phương pháp ước lượng hợp lý tối đa (Maximum Likelihood Estimation - MLE) và tiêu chuẩn Kolmogorov-Smirnov để đánh giá năm (5) phân phối xác suất Normal, Lognormal, Gamma, Exponential, và Weibull nhằm lựa chọn phân phối xác suất phù hợp nhất để mô phỏng quy luật phân bố đường kính và chiều cao cho các lâm phần Keo lá tràm trồng tại vùng cát ven biển huyện Lệ Thủy, tỉnh Quảng Bình.

## 2. NỘI DUNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

### 2.1. Khu vực nghiên cứu

Các lâm phần keo lá tràm (*Acacia auriculiformis*) trồng thuần loài ở các độ tuổi từ 5 đến 12 tuổi tại vùng cát ven biển huyện Lệ Thủy, tỉnh Quảng Bình được lựa chọn làm điểm nghiên cứu này. Khu vực nghiên cứu chủ yếu là các cồn cát, bãi cát kéo dài theo hướng Bắc Nam, có độ cao trung bình 5 - 15m, một số nơi độ cao trên 30m. Dạng địa hình tạo nên bởi đất cát trắng, vàng phân bố rộng, dọc bờ biển. Do bị gió biển thổi mạnh tạo nên những đụn cát di động với chiều rộng trung bình các dải cát từ 0,5 - 3,0km, có điểm rộng 7,0 - 8,0km. Càng đi sâu vào trong đất liền, địa hình các đụn cát càng thấp hơn do ít chịu ảnh hưởng của gió biển. Khu vực có khí hậu phân 2 mùa rõ rệt, mùa khô kéo dài từ tháng 12 năm trước đến tháng 8 năm sau (9 tháng), với lượng mưa bình quân từ 50 - 100 mm/tháng, từ tháng 8 và tháng 12 là những tháng chuyển từ mùa khô sang mùa mưa và ngược lại, lượng mưa tăng cao từ 120 - 140mm/tháng. Mùa khô phân thành 2 thời kỳ: khô lạnh từ tháng 12 năm trước đến tháng 4 năm sau (5 tháng), với gió thịnh hành Đông Nam và khô nóng, từ tháng 5 đến tháng 8 với gió hại chính Tây Nam.

### 2.2. Phương pháp thu thập số liệu

Tại các lâm phần keo lá tràm, lập các ô tiêu chuẩn (OTC) tạm thời, theo phương pháp chọn mẫu ngẫu nhiên phân tầng không theo tỷ lệ cho từng độ tuổi (từ 5 đến 12 tuổi ở cùng mật độ trồng ban đầu 3.300 cây/ha, cùng biện pháp lâm sinh tác động ban đầu là đất cày máy và cùng trồng trên điều kiện lập địa có dạng địa hình địa mạo cồn cát, bãi cát cố định, ngoại trừ tuổi 6 và tuổi 11 - do không tìm được các lâm phần có diện tích đủ lớn; không đồng nhất về mật độ trồng ban đầu và điều kiện lập địa trồng rừng). Tổng có 18 OTC đã được lập, mỗi ô có kích

thước 500m<sup>2</sup> (20 m x 25 m), chiều dài ô được lập theo hướng song song với đường bờ biển, chiều rộng vuông góc với chiều dài; cạnh của mỗi ô được lập cách mép đai rừng tối thiểu 10 m. Trong OTC đo đếm tất cả cây keo lá tràm về các chỉ tiêu:

+ Đường kính ngang ngực ( $D_{1.3}$ , cm): dùng thước dây đo chu vi (vanh) tại vị trí 1,3m của chiều cao cây tính từ mặt đất, độ chính xác đến 0,1 cm;

+ Chiều cao vút ngọn ( $H_{VN}$ , m): sử dụng thước đo cao Blume-Leisse kết hợp thước

sào có khắc vạch đo chiều cao cây đứng từ mặt đất ở vị trí gốc cây tới đỉnh sinh trưởng của thân chính, có độ chính xác đến 0,1 m.

### 2.3. Phương pháp xử lý số liệu

Năm (5) phân phối xác suất bao gồm: Normal, Lognormal, Gamma, Exponential, và Weibull đã được sử dụng để ước tính các tham số và kiểm định thống kê nhằm lựa chọn phân phối phù hợp nhất để mô phỏng phân bố tần suất đường kính và chiều cao lâm phần keo lá tràm.

**Bảng 1.** Câu lệnh ước tính các tham số và kiểm tra mô hình phân phối xác suất bằng tiêu chuẩn Kolmogorov-Smirnov trong R

Hàm phân phối	Công thức	Câu lệnh trong R	Kiểm tra bằng tiêu chuẩn Kolmogorov-Smirnov
Normal	$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-(x-\mu)^2/2\sigma^2}$ (1)	no=fitdist(x, "norm",method="mle")	ks.test(x,"pnorm", mean= $\mu$ ,sd= $\sigma$ )
Lognormal	$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-(\ln x - \mu)^2/2\sigma^2}$ (2)	lo=fitdist(x, "lnorm",method="mle")	ks.test(x,"plnorm", meanlog= $\mu$ ,sdlog= $\sigma$ )
Gamma	$f(x) = \frac{x^{\alpha-1}}{\beta^\alpha \Gamma(\alpha)} \cdot e^{-(x/\beta)}$ (3)	ga=fitdist(x, "gamma",method="mle")	ks.test(x,"pgamma", shape, $\alpha$ ,rate)
Exponential	$f(x) = \lambda e^{-\lambda x}$ (4)	ex=fitdist(x, "exp",method="mle")	ks.test(x,"pexp",rate)
Weibull	$f(x) = \frac{\alpha}{\beta^\alpha} x^{\alpha-1} e^{-(x/\beta)^\alpha}$ (5)	we=fitdist(x, "weibull",method="mle")	ks.test(x,"pweibull", shape, $\alpha$ ,scale)

Phương pháp ước lượng hợp lý tối đa (Maximum Likelihood Estimation - MLE) đã được sử dụng trong nghiên cứu này để ước tính các tham số của mỗi phân phối xác suất. Phân phối phù hợp nhất đã được xác định dựa trên tiêu chuẩn AIC (Akaike Information Criterion) (công thức 6), phân phối có trị số AIC thấp nhất sẽ được lựa chọn (Nguyễn Văn Tuấn, 2014, 2018) và kết quả đã được kiểm định thông qua tiêu chuẩn Kolmogorov-Smirnov (KS) ở mức ý nghĩa  $\alpha = 0,05$ , nhằm so sánh tần suất tích lũy ước tính (lý thuyết) với tần suất tích lũy thực nghiệm (quan sát) của mỗi phân phối xác suất.

$$AIC = \text{Residual Deviance} + 2 \times (\text{số tham số của mô hình}) \quad (6)$$

Sự khác biệt giữa mỗi hai phân phối xác suất được đánh giá qua giá trị D của tiêu chuẩn KS (công thức 7 và 8). Giả thuyết ( $H_0$ ) là các phân phối xác suất của các biến ( $D_{1.3}$ ,  $H_{VN}$ ) quan sát thực và ước tính là không có sự sai khác rõ ở mức độ tin cậy 95%. Nếu  $D_n \leq D_\alpha$ : số liệu quan sát phù hợp (nhất quán) với dữ liệu ước tính, nghĩa là phân bố thực nghiệm tuân theo phân bố lý thuyết (phân bố lý thuyết mô phỏng tốt cho phân bố thực nghiệm) ( $H_0^+$ ). Ngược lại, nếu  $D_n > D_\alpha$ : số liệu quan sát chưa phù hợp với dữ liệu ước tính ( $H_0^-$ ).

$$D_n = \text{Sup}x|F(x_i) - F_0(x_i)| \quad (7)$$

$$D\alpha = \sqrt{\frac{-\ln\left(\frac{1}{2}\alpha\right)}{2n}} \quad (8)$$

trong đó,  $\text{sup}x =$  giá trị cận trên đúng của biến  $x$  ( $D_{1.3}, H_{VN}$ );  $F(x_i)$  là phân phối tần suất tích lũy được quan sát cho các đối tượng  $x_i$  ( $i = 1, 2, 3, \dots, n$ ) và  $F_0(x_i)$  là xác suất của tần suất tích lũy lý thuyết ước tính.

Dữ liệu thu thập trong các OTC được tổng hợp, phân tích theo các mục tiêu nghiên cứu trên cơ sở các thuật toán của phần mềm R (Nguyễn Văn Tuấn, 2014, 2018; R Core Team, 2016). Các gói đã được sử dụng trong nghiên cứu này để xử lý số liệu và phân tích dữ liệu bằng biểu đồ gồm: `fitdistrplus`, `psych`, `gplot2`, và `gridExtra`.

### 3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

#### 3.1. Đặc điểm thống kê mô tả về đường kính và chiều cao lâm phần keo lá tràm

Các chỉ tiêu đường kính và chiều cao bình quân lâm phần keo lá tràm ở Lệ Thủy, Quảng Bình có xu hướng tăng khi tuổi lâm phần tăng. Đường kính bình quân lâm phần đạt 4,89 cm (tuổi 5) tăng lên 8,45 cm (tuổi 12), bình quân tăng 12,7% qua các năm (giai đoạn từ 5 - 12 tuổi). Chiều cao bình quân đạt 3,29 m (tuổi 5) tăng lên 5,84 m (tuổi 12), mức tăng bình quân đạt 13,3% qua các năm. Sự thay đổi đường kính và chiều cao bình quân lâm phần keo lá tràm thể hiện độ lệch dương ở tất cả các độ tuổi về đường kính; lệch âm ở các độ tuổi 5, 8, 9, 10 và lệch dương ở tuổi 7 và tuổi 12 về chiều cao. Sự bất đối xứng lớn nhất về đường kính xảy ra ở tuổi 9 và tuổi 10 (độ lệch thay đổi từ + 0,591 đến + 1,067) và sự bất đối xứng lớn nhất về chiều cao xảy ra ở tuổi 5 và tuổi 8 (độ lệch thay đổi từ - 0,189 đến + 0,967) (Bảng 2).

**Bảng 2.** Đặc điểm đặc trưng về đường kính và chiều cao lâm phần keo lá tràm ở Quảng Bình

Tuổi	Chỉ tiêu	Trung bình	Sai số	Trung vị	Mode	Sai tiêu chuẩn	Phương sai mẫu	Độ nhọn	Độ lệch
5	D <sub>1.3</sub>	4,89	0,09	4,46	4,46	1,03	1,06	0,573	0,967
	H <sub>VN</sub>	3,29	0,06	3,20	3,20	0,61	0,37	-0,480	0,212
7	D <sub>1.3</sub>	4,94	0,11	4,78	4,78	1,23	1,51	1,080	0,917
	H <sub>VN</sub>	4,72	0,06	4,70	4,70	0,66	0,43	0,485	-0,897
8	D <sub>1.3</sub>	6,99	0,15	6,68	5,41	1,60	2,55	0,034	0,835
	H <sub>VN</sub>	4,38	0,07	4,40	4,50	0,68	0,46	-0,675	-0,189
9	D <sub>1.3</sub>	6,91	0,13	6,69	7,32	1,46	2,13	-0,199	0,591
	H <sub>VN</sub>	4,70	0,06	4,80	5,30	0,61	0,37	-0,188	-0,579
10	D <sub>1.3</sub>	8,35	0,23	8,28	7,01	1,99	3,96	3,051	1,067
	H <sub>VN</sub>	5,14	0,06	5,25	5,20	0,54	0,29	-0,296	-0,739
12	D <sub>1.3</sub>	8,45	0,26	8,28	7,96	2,27	5,13	0,380	0,623
	H <sub>VN</sub>	5,84	0,11	5,50	5,50	0,95	0,90	0,980	0,817

*Mode là trị số ứng với tần số phân bố tập trung nhất*

Nhìn chung, các chỉ tiêu sinh trưởng đường kính và chiều cao lâm phần keo lá tràm có xu hướng tăng khi tuổi lâm phần tăng mỗi tuổi, mức tăng bình quân từ 12,7% về đường kính đến 13,3% về chiều cao qua các năm. Ngược lại, lượng tăng trưởng bình quân chung hàng năm tương ứng lại có xu hướng giảm nhẹ khi tuổi lâm phần tăng, bình quân giảm 4,6% về  $\Delta D_{1.3}$  và giảm 5,6% về  $\Delta H_{VN}$ . Điều đó cũng thể hiện rõ quy luật chung là, khi lâm phần tăng mỗi tuổi có sự phân hóa rõ về mật độ thông qua quy luật tía thừa tự nhiên (hoặc tác động của con người), do kích thước của từng cây cá thể tăng lên và dần ổn định mật độ; khi kích thước cây cá thể dần ổn định, ít còn sự cạnh tranh về không gian dinh dưỡng với các cây xung quanh (Vũ Tiến Hình, 2012).

### 3.2. Đặc điểm phân bố N/D và N/H các lâm phần keo lá tràm

Các lâm phần keo lá tràm ở giai đoạn 5 - 12 tuổi ở Quảng Bình có phân bố N/D<sub>1.3</sub> và N/H<sub>VN</sub> theo dạng 1 đỉnh và lệch dương ở biến đường kính cả 6 độ tuổi; biến chiều cao lệch âm ở tuổi 7, 8, 9 và 10, còn lại là lệch dương. Số lượng cá thể tập trung ở cấp đường kính D2 (4 - 6 cm) chiếm 34,3% tổng

số cây, cấp đường kính D3 (6 - 8 cm) chiếm 32,0%, cấp đường kính D4 (8 - 10 cm) chiếm 16,9%; tổng 3 cấp đường kính này chiếm 83,1% tổng số cây trong lâm phần. Tương tự, số lượng cá thể tập trung ở cấp chiều cao H1 (2 - 4 m) chiếm 23,9%, cấp chiều cao H2 (4 - 6 m) chiếm 66,0%; tổng 2 cấp chiều cao này chiếm 89,9% tổng số cây. Số cây giảm dần khi đường kính (hoặc chiều cao) tăng lên mỗi cấp, cấp đường kính D5 (10-12 cm) chiếm 7,2%, cấp chiều cao H3 (6-8 m) chiếm 9,3% hoặc cấp đường kính giảm đi, cấp đường kính D1 (2-4 cm) chiếm 6,8%. Tuy nhiên, sự phân bố số cây theo đường kính và chiều cao luôn thay đổi khi lâm phần tăng mỗi tuổi, số cá thể keo lá tràm tập trung ở cấp kính D2 chiếm 64,5% ở tuổi 5, giảm còn 44,0% ở tuổi 8 và giảm còn 39,0% ở tuổi 12. Sự thay đổi theo thời gian về phân bố N/D<sub>1.3</sub> và N/H<sub>VN</sub> của mỗi lâm phần keo lá tràm có thể giải thích bởi: (1) đường kính, chiều cao cây cá thể keo lá tràm luôn tăng theo tuổi, từ đó mỗi cây cá thể trong các lâm phần luôn có xu hướng dịch chuyển từ cấp đường kính, chiều cao nhỏ lên cấp lớn hơn theo thời gian; (2) một số cây cá thể keo lá tràm bị mất đi do quá trình tía thừa (tự nhiên hoặc tác động của con người) (Vũ Tiến Hình, 2012).

**Bảng 3.** Tham số các phân phối xác suất biến đường kính và chiều cao lâm phần keo lá tràm ở Quảng Bình

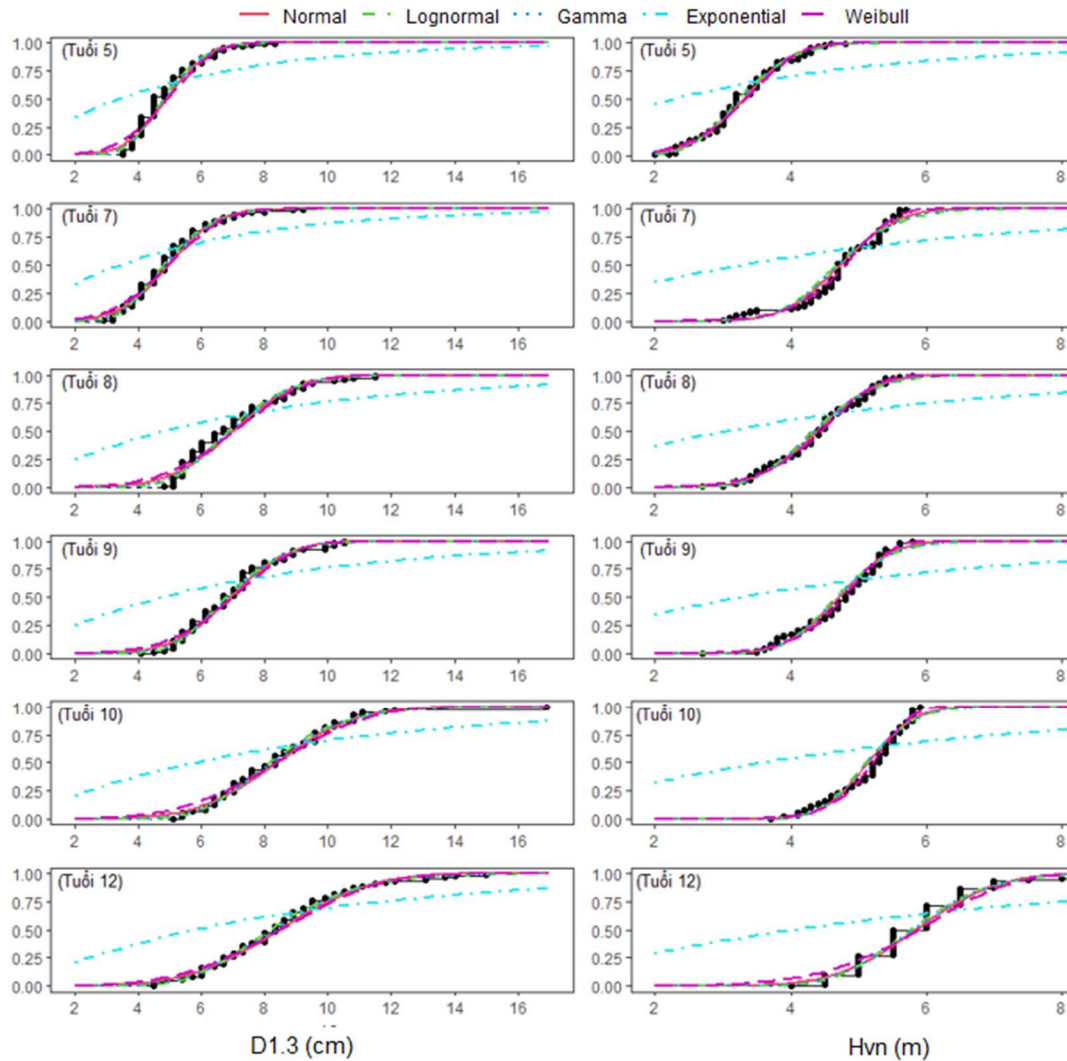
Tuổi	Chi tiêu	Các dạng hàm phân phối				
		Normal	Lognormal	Gamma	Exponential	Weibull
5	D <sub>1,3</sub>	$\mu = 4,89$ $sd = 1,03$ AIC = 354,8	$\mu = 1,57$ $sd = 0,20$ AIC = 336,8	shape = 24,4 rate = 5,00 AIC = 341,5	rate = 0,204 AIC = 628,2	shape = 4,71 scale = 5,32 AIC = 369,0
		$\mu = 3,29$ $sd = 0,61$ AIC = 227,6	$\mu = 1,17$ $sd = 0,19$ AIC = 227,1	shape = 28,8 rate = 8,76 AIC = 226,1	rate = 0,304 AIC = 532,1	shape = 5,83 scale = 3,54 AIC = 233,4
	H <sub>VN</sub>	$\mu = 4,94$ $sd = 1,22$ AIC = 419,0	$\mu = 1,57$ $sd = 0,24$ AIC = 401,7	shape = 17,4 rate = 3,53 AIC = 405,2	rate = 0,202 AIC = 666,8	shape = 4,06 scale = 5,42 AIC = 429,1
		$\mu = 4,72$ $sd = 0,65$ AIC = 258,9	$\mu = 1,54$ $sd = 0,15$ AIC = 279,3	shape = 46,4 rate = 9,83 AIC = 271,6	rate = 0,212 AIC = 655,4	shape = 9,33 scale = 4,99 AIC = 240,5
7	D <sub>1,3</sub>	$\mu = 6,98$ $sd = 1,59$ AIC = 414,6	$\mu = 1,92$ $sd = 0,22$ AIC = 398,7	shape = 20,78 rate = 2,98 AIC = 402,8	rate = 0,143 AIC = 643,7	shape = 4,47 scale = 7,63 AIC = 423,8
		$\mu = 4,38$ $sd = 0,68$ AIC = 228,6	$\mu = 1,46$ $sd = 0,16$ AIC = 234,2	shape = 39,85 rate = 9,11 AIC = 231,6	rate = 0,228 AIC = 541,8	shape = 7,45 scale = 4,66 AIC = 227,3
	H <sub>VN</sub>	$\mu = 6,91$ $sd = 1,45$ AIC = 441,2	$\mu = 1,91$ $sd = 0,21$ AIC = 431,3	shape = 23,51 rate = 3,40 AIC = 433,2	rate = 0,145 AIC = 717,7	shape = 4,93 scale = 7,51 AIC = 450,8
		$\mu = 4,70$ $sd = 0,61$ AIC = 227,8	$\mu = 1,54$ $sd = 0,14$ AIC = 239,8	shape = 56,08 rate = 11,93 AIC = 235,1	rate = 0,213 AIC = 623,6	shape = 9,58 scale = 4,96 AIC = 217,3
8	D <sub>1,3</sub>	$\mu = 8,35$ $sd = 1,98$ AIC = 323,1	$\mu = 2,10$ $sd = 0,23$ AIC = 313,5	shape = 19,16 rate = 2,29 AIC = 315,2	rate = 0,119 AIC = 476,7	shape = 4,10 scale = 9,13 AIC = 332,0
		$\mu = 5,14$ $sd = 0,54$ AIC = 125,3	$\mu = 1,63$ $sd = 0,11$ AIC = 131,9	shape = 85,84 rate = 16,71 AIC = 129,5	rate = 0,194 AIC = 402,8	shape = 12,42 scale = 5,37 AIC = 114,3
	H <sub>VN</sub>	$\mu = 8,45$ $sd = 2,25$ AIC = 347,6	$\mu = 2,10$ $sd = 0,27$ AIC = 342,1	shape = 14,38 rate = 1,70 AIC = 342,3	rate = 0,118 AIC = 484,6	shape = 3,91 scale = 9,31 AIC = 350,8
		$\mu = 5,84$ $sd = 0,94$ AIC = 213,2	$\mu = 1,75$ $sd = 0,16$ AIC = 206,5	shape = 40,41 rate = 6,92 AIC = 208,1	rate = 0,171 AIC = 427,7	shape = 6,03 scale = 6,25 AIC = 225,9
9	D <sub>1,3</sub>	$\mu = 6,91$ $sd = 1,45$ AIC = 441,2	$\mu = 1,91$ $sd = 0,21$ AIC = 431,3	shape = 23,51 rate = 3,40 AIC = 433,2	rate = 0,145 AIC = 717,7	shape = 4,93 scale = 7,51 AIC = 450,8
		$\mu = 4,70$ $sd = 0,61$ AIC = 227,8	$\mu = 1,54$ $sd = 0,14$ AIC = 239,8	shape = 56,08 rate = 11,93 AIC = 235,1	rate = 0,213 AIC = 623,6	shape = 9,58 scale = 4,96 AIC = 217,3
	H <sub>VN</sub>	$\mu = 8,35$ $sd = 1,98$ AIC = 323,1	$\mu = 2,10$ $sd = 0,23$ AIC = 313,5	shape = 19,16 rate = 2,29 AIC = 315,2	rate = 0,119 AIC = 476,7	shape = 4,10 scale = 9,13 AIC = 332,0
		$\mu = 5,14$ $sd = 0,54$ AIC = 125,3	$\mu = 1,63$ $sd = 0,11$ AIC = 131,9	shape = 85,84 rate = 16,71 AIC = 129,5	rate = 0,194 AIC = 402,8	shape = 12,42 scale = 5,37 AIC = 114,3
10	D <sub>1,3</sub>	$\mu = 8,45$ $sd = 2,25$ AIC = 347,6	$\mu = 2,10$ $sd = 0,27$ AIC = 342,1	shape = 14,38 rate = 1,70 AIC = 342,3	rate = 0,118 AIC = 484,6	shape = 3,91 scale = 9,31 AIC = 350,8
		$\mu = 5,84$ $sd = 0,94$ AIC = 213,2	$\mu = 1,75$ $sd = 0,16$ AIC = 206,5	shape = 40,41 rate = 6,92 AIC = 208,1	rate = 0,171 AIC = 427,7	shape = 6,03 scale = 6,25 AIC = 225,9
	H <sub>VN</sub>	$\mu = 6,91$ $sd = 1,45$ AIC = 441,2	$\mu = 1,91$ $sd = 0,21$ AIC = 431,3	shape = 23,51 rate = 3,40 AIC = 433,2	rate = 0,145 AIC = 717,7	shape = 4,93 scale = 7,51 AIC = 450,8
		$\mu = 4,70$ $sd = 0,61$ AIC = 227,8	$\mu = 1,54$ $sd = 0,14$ AIC = 239,8	shape = 56,08 rate = 11,93 AIC = 235,1	rate = 0,213 AIC = 623,6	shape = 9,58 scale = 4,96 AIC = 217,3
12	D <sub>1,3</sub>	$\mu = 8,35$ $sd = 1,98$ AIC = 323,1	$\mu = 2,10$ $sd = 0,23$ AIC = 313,5	shape = 19,16 rate = 2,29 AIC = 315,2	rate = 0,119 AIC = 476,7	shape = 4,10 scale = 9,13 AIC = 332,0
		$\mu = 5,14$ $sd = 0,54$ AIC = 125,3	$\mu = 1,63$ $sd = 0,11$ AIC = 131,9	shape = 85,84 rate = 16,71 AIC = 129,5	rate = 0,194 AIC = 402,8	shape = 12,42 scale = 5,37 AIC = 114,3
	H <sub>VN</sub>	$\mu = 8,45$ $sd = 2,25$ AIC = 347,6	$\mu = 2,10$ $sd = 0,27$ AIC = 342,1	shape = 14,38 rate = 1,70 AIC = 342,3	rate = 0,118 AIC = 484,6	shape = 3,91 scale = 9,31 AIC = 350,8
		$\mu = 5,84$ $sd = 0,94$ AIC = 213,2	$\mu = 1,75$ $sd = 0,16$ AIC = 206,5	shape = 40,41 rate = 6,92 AIC = 208,1	rate = 0,171 AIC = 427,7	shape = 6,03 scale = 6,25 AIC = 225,9

Kết quả ước tính các tham số, trị số AIC (Bảng 3) và kiểm định thống kê bằng tiêu chuẩn Kolmogorov-Smirnov (Bảng 4) để đánh giá 5 phân phối xác suất Normal, Lognormal, Gamma, Exponential, và Weibull để lập mô hình mô phỏng phân bố N/D<sub>1,3</sub> cho các lâm phần keo lá tràm từ tuổi 5 đến tuổi 12 ở Quảng Bình cho thấy, phân phối Lognormal là phù hợp hơn cả để mô phỏng quy luật phân bố N/D<sub>1,3</sub> cho các lâm

phần keo lá tràm ở tất cả các độ tuổi. Phân phối Lognormal cho phần dư (residuals deviance) giữa giá trị quan sát thực và giá trị ước tính (lý thuyết) của mô hình là nhỏ nhất thông qua tiêu chuẩn AIC (Bảng 3). Tiêu chuẩn AIC là một thước đo quan trọng và có ích để chúng ta quyết định lựa chọn một mô hình đơn giản và đầy đủ (Nguyễn Văn Tuấn, 2014). Tương tự, phân phối xác suất Weibull là phù hợp hơn cả để mô

phòng quy luật phân bố  $N/H_{VN}$  cho các lâm phần keo lá tràm ở các độ tuổi 7, 8, 9, 10, và phân phối Lognormal phù hợp để mô phỏng

quy luật phân bố  $N/H_{VN}$  cho lâm phần keo lá tràm ở tuổi 12. Trị số AIC của 2 phân phối này cho giá trị nhỏ nhất ở tất cả các độ tuổi.



**Hình 1.** Phân phối tích lũy thực nghiệm và lý thuyết của các lâm phần keo lá tràm từ 5 đến 12 tuổi

Kết quả kiểm tra thông qua tiêu chuẩn AIC và thể hiện qua biểu đồ phân phối tích lũy lý thuyết và thực nghiệm (Hình 1) cho thấy, các trị số quan sát thực cho các biến  $D_{1,3}$ ,  $H_{VN}$  và trị số mong đợi đều nằm gần đường chéo kỳ vọng, ngoài trừ phân phối Exponential. Các điểm quan sát thực tế tập trung sát đường thẳng kỳ vọng và phân

đur chuẩn hóa gần sát với phân phối chuẩn. Tuy nhiên, phân phối Lognormal mô phỏng quy luật phân bố N/D và phân phối Weibull mô phỏng quy luật phân bố N/H đều cho phần dư giữa giá trị quan sát thực và giá trị ước tính của mô hình là nhỏ nhất thông qua tiêu chuẩn AIC.

**Bảng 4.** Kết quả kiểm định bằng tiêu chuẩn Kolmogorov-Smirnov các phân phối xác suất N/D và N/H cho các lâm phần keo lá tràm

Tuổi	Normal		Lognormal		Gamma		Exponential		Weibull	
	D	p-value	D	p-value	D	p-value	D	p-value	D	p-value
N/D <sub>1,3</sub>										
5	0,1688	0,0020	0,1443	0,0130	0,1537	0,0066	0,5110	<0,001	0,1551	0,0059
7	0,1192	0,0526	0,0808	0,3739	0,0867	0,2913	0,4691	<0,001	0,1294	0,0276
8	0,1354	0,0368	0,1253	0,0654	0,1296	0,0513	0,5091	<0,001	0,1433	0,0227
9	0,1158	0,0759	0,0921	0,2524	0,0934	0,2380	0,4843	<0,001	0,1405	0,0162
10	0,0960	0,4850	0,0818	0,6887	0,0790	0,7301	0,4629	<0,001	0,0963	0,4814
12	0,0867	0,6088	0,0813	0,6890	0,0639	0,9120	0,4203	<0,001	0,1052	0,3619
N/H <sub>VN</sub>										
5	0,1035	0,1496	0,0736	0,5288	0,0791	0,4352	0,4865	<0,001	0,1220	0,0545
7	0,9990	<0,001	0,1515	0,0044	0,1438	0,0101	0,4701	<0,001	0,1238	0,0394
8	0,0782	0,5173	0,1024	0,2031	0,0917	0,3180	0,4912	<0,001	0,0889	0,3550
9	0,1060	0,1287	0,1322	0,0282	0,1238	0,0475	0,5169	<0,001	0,0810	0,4007
10	0,1644	0,0330	0,1828	0,0125	0,1769	0,0172	0,5234	<0,001	0,1094	0,3232
12	0,1466	0,0731	0,1250	0,1801	0,1330	0,1314	0,5244	<0,001	0,1715	0,0216

Kết quả kiểm định thống kê bằng tiêu chuẩn Kolmogorov-Smirnov để đánh giá năm (5) phân phối xác suất Normal, Lognormal, Gamma, Exponential, và Weibull để lập mô hình mô phỏng phân bố N/D và N/H cho các lâm phần keo lá tràm (Bảng 3, 4 và 5) cho thấy, phân phối Exponential cho mức độ phù hợp kém nhất, không có giả thuyết nào được chấp nhận. Phân phối Normal đều có 4 trong 6 giả thuyết được chấp nhận (66,7%) cho cả phân bố N/D và N/H; cả 2 phân phối Lognormal và Gamma đều có 5 trong 6 giả thuyết được chấp nhận (83,3%) cho phân bố N/D và đều có 3 trong 6 giả thuyết được chấp nhận (50,0%) cho phân bố N/H; phân phối

Weibull có 2 trong 6 giả thuyết được chấp nhận (33,3%) cho phân bố N/D và có 4 trong 6 giả thuyết được chấp nhận cho phân bố N/H. Tuy nhiên, dựa trên trị số AIC (Bảng 3), kết quả kiểm định thống kê bằng tiêu chuẩn Kolmogorov-Smirnov (Bảng 5) và mô phỏng quy luật phân bố N/D, N/H (Hình 2) thì phân phối xác suất Lognormal là phù hợp hơn cả để mô phỏng quy luật phân bố N/D và phân phối xác suất Weibull là phù hợp hơn cả để mô phỏng quy luật phân bố N/H cho các lâm phần keo lá tràm ở Lê Thủy, Quảng Bình. Kết quả ở nghiên cứu này cũng tương đối phù hợp với kết quả ở một số nghiên cứu gần đây cho rằng, phân phối Normal cho mức độ phù hợp kém nhất



so với phân phối Lognormal và Weibull để mô phỏng quy luật phân bố N/D cho các lâm phần keo lá tràm (*A. auriculiformis*) từ tuổi 1 đến tuổi 6 ở khu vực Đông bắc Bangladesh (Kayes và cs., 2012). Phân phối Weibull mô phỏng tốt cho phân bố thực nghiệm N/D cho các lâm phần mỡ ở Tuyên Quang (Vũ Nhâm, 2010). Phân bố số cây theo đường kính rừng trồng keo lười liềm (*A. crassicarpa*) tại Bình Thuận phần lớn có dạng một đỉnh lệch trái, trong khi đó phân

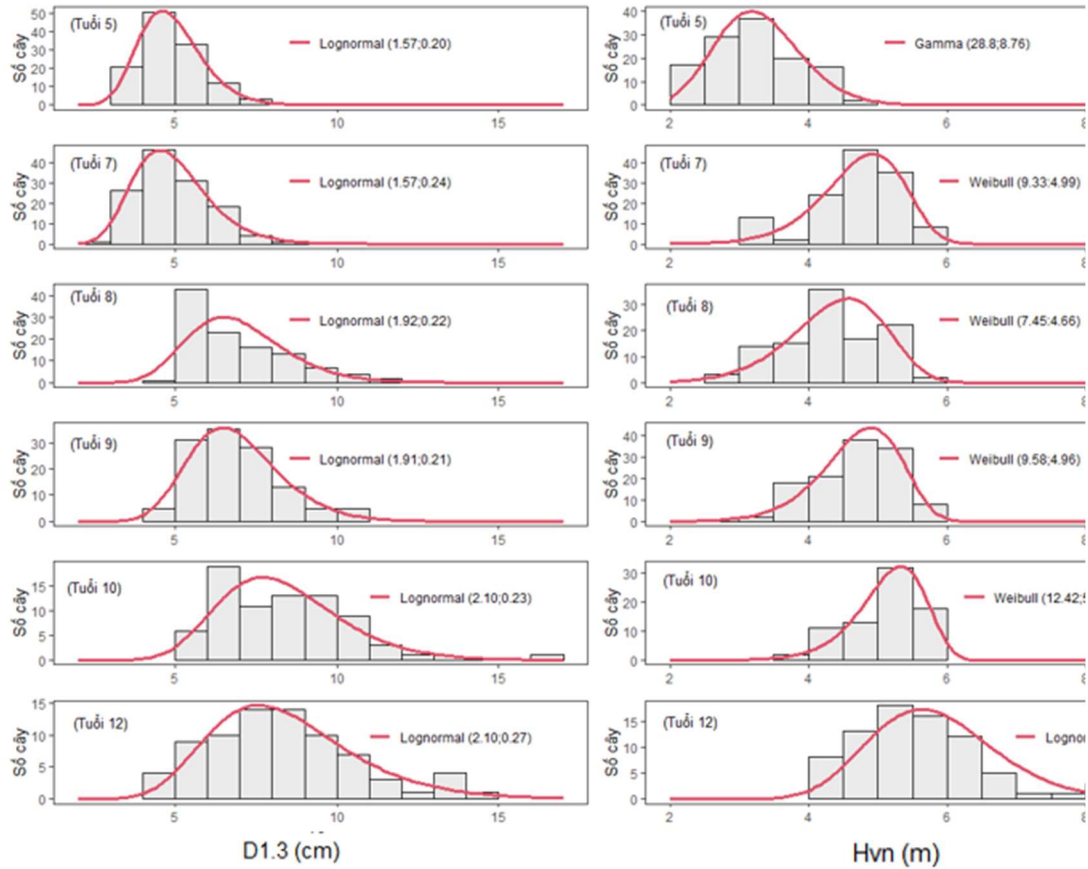
bố số cây theo chiều cao có dạng một đỉnh lệch phải (Nguyễn Văn Việt và cs., 2020). Phân bố Weibull là tốt nhất để mô hình hóa phân bố số cây theo đường kính gốc cho rừng keo tai tượng (*A. mangium*) ở Ba Vì (Bui Manh Hung và cs., 2021). Weibull và SHASH là các phân phối tốt nhất để mô hình hóa phân phối tần suất số cây theo đường kính và chiều cao các lâm phần Keo tai tượng ở Ba Vì (Hung và cs., 2023).

**Bảng 5.** Kiểm tra mức độ phù hợp giữa các dạng hàm phân phối xác suất mô phỏng phân bố N/D và N/H các lâm phần keo lá tràm

Chỉ tiêu	Normal	Lognormal	Gamma	Exponential	Weibull	Kết luận
D	4	5	5	0	2	$H_0^+$
	2	1	1	7	4	$H_0^-$
	66,7	83,3	83,3	0,0	33,3	Tỷ lệ (%)
H	4	3	3	0	4	$H_0^+$
	2	3	3	7	2	$H_0^-$
	66,7	50,0	50,0	0,0	66,7	Tỷ lệ (%)

Ở nghiên cứu này, trong tất cả các giả thuyết phân phối Lognormal cho mức độ phù hợp tốt nhất để mô phỏng quy luật phân bố N/D (có 83,3% giả thuyết cho phân bố lý thuyết mô phỏng tốt nhất cho phân bố thực nghiệm) và thông qua tiêu chuẩn AIC cho giá trị thấp nhất trong tất cả các trường hợp. Tương tự, phân phối Weibull cho mức độ phù hợp tốt nhất để mô phỏng quy luật phân bố N/H (có 66,7% giả thuyết cho kết quả phân bố lý thuyết mô phỏng tốt nhất cho phân bố thực nghiệm). Việc bác bỏ giả thuyết (nghĩa là phân bố thực nghiệm chưa

phù hợp hay nhất quán với phân bố lý thuyết) đối với biến  $D_{1.3}$  ở tuổi 5 cho phân phối Lognormal; biến  $H_{VN}$  ở tuổi 7 và tuổi 12 cho phân phối Weibull có thể là hiện tượng nhọn cấp tính và thực tế có một số lượng lớn cá thể trong cùng một cấp đường kính hoặc cấp chiều cao. Thật vậy, có 64,5% số cá thể keo lá tràm tập trung ở cấp đường kính D2 (4-6 cm) ở tuổi 5 và có 89,8% số cá thể keo lá tràm tập trung ở cấp chiều cao H2 (4-6 m) ở tuổi 7 và có 50,6% số cá thể tập trung ở cấp chiều cao H2 ở tuổi 12.



**Hình 2.** Mô phỏng quy luật phân bố N/D và N/H theo phân phối Lognormal và Weibull phù hợp cho các lâm phần keo lá tràm từ 5 đến 12 tuổi tại Lệ Thủy, Quảng Bình

Như vậy, dựa trên kết quả xác định trị số AIC thấp nhất và kết quả kiểm định thống kê bằng tiêu chuẩn Kolmogorov-Smirnov thì việc lựa chọn phân phối xác suất Lognormal để mô phỏng quy luật phân bố đường kính và phân phối xác suất Weibull để mô phỏng quy luật phân bố chiều cao cho các lâm phần keo lá tràm giai đoạn 5 - 12 tuổi ở Lệ Thủy, Quảng Bình là phù hợp nhất. Trên cơ sở kết quả ở nghiên cứu này, các nhà quản lý, các chủ rừng sử dụng phân phối đường kính và chiều cao lâm phần để xây dựng các phương án quản lý phù hợp để can thiệp vào cấu trúc rừng sẽ đáng tin cậy. Thực tế các lâm phần Keo lá tràm trồng tại vùng cát ven biển huyện Lệ Thủy, tỉnh Quảng Bình để phát huy tối đa khả năng chắn gió, chắn cát bay ven biển

cần xây dựng các đai rừng nhiều cấp tuổi, nhiều tầng tán, đảm bảo có độ kín ngang và kín dọc phù hợp. Kết cấu đai rừng quyết định đến đặc điểm và mức độ lọt gió cũng như vận tốc gió của đai rừng. Kết cấu đai thưa - đai rừng chỉ có một tầng, tầng tán lá kín ( $k < 0,3$ ), phía dưới tán trống, hệ số lọt gió trung bình từ 0,5 - 0,7 (Ngô Quang Đê và Nguyễn Hữu Vĩnh, 1997). Kết quả phân tích tổng hợp (Meta analysis) từ nhiều công trình đánh giá khả năng chắn gió của các đai rừng vùng cát ven biển cho thấy, các đai rừng có tác dụng giảm vận tốc gió khoảng 37%, khoảng tin cậy 95% từ 25 - 49%; với thành phần loài cây, mật độ hiện tại, tuổi lâm phần, các yếu tố cấu thành độ dày đặc của đai rừng đã ảnh hưởng tới hiệu năng chắn gió của các đai rừng (Lê Đức Thắng,

2022). Đối với các lâm phần rừng trồng phòng hộ chắn gió, chắn cát bay ven biển không tia thưa, chỉ chặt bỏ những thân cây bị khô, đổ gãy. Đối với đai rừng phòng hộ chắn gió, chắn cát kết hợp lấy gỗ củi, tia thưa 1 lần ở tuổi 4 - 5, giữ lại 1.500 - 2.000 cây/ha, chỉ chặt những cây sinh trưởng kém, tán nhỏ hẹp, cây cong queo; sau khi chặt phải đảm bảo cây chừa lại phân bố đều trên toàn bộ đai rừng. Khi cây đã trưởng thành có thể khai thác theo băng khoảng 10 - 20%, sau đó tiếp tục nuôi dưỡng hoặc trồng bổ sung lại rừng ( Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn, 2013). Vì vậy, trong kinh doanh rừng trồng keo lá tràm cần dự báo được phân bố đường kính và chiều cao của lâm phần ở mỗi giai đoạn nhất định để xây dựng các phương án quản lý và ra quyết định áp dụng các biện pháp kỹ thuật phù hợp và hiệu quả với mục đích kinh doanh (trồng rừng phòng hộ chắn gió, chắn cát bay hoặc trồng rừng phòng hộ kết hợp sản xuất nông lâm kết hợp).

#### 4. KẾT LUẬN

Các lâm phần keo lá tràm trồng tại vùng cát ven biển huyện Lệ Thủy, tỉnh Quảng Bình có phân bố đường kính theo phân phối Lognormal và phân bố chiều cao theo phân phối Weibull là phù hợp hơn cả so với các phân phối xác suất còn lại (Normal, Gama, Exponential). Số lượng cá thể tập trung ở cấp đường kính D2 (4 - 6 cm) chiếm 34,3% tổng số cây, cấp đường kính D3 (6 - 8 cm) chiếm 32,0%, cấp đường kính D4 (8 - 10 cm) chiếm 16,9%; tổng 3 cấp đường kính này chiếm 83,1% tổng số cây. Số lượng cá thể tập trung ở cấp chiều cao H1 (2 - 4 m) chiếm 23,9%, cấp chiều cao H2 (4 - 6 m) chiếm 66,0%; tổng 2 cấp chiều cao này chiếm 89,9% tổng số cây. Số cây giảm dần khi đường kính (hoặc chiều cao) tăng lên mỗi cấp; cấp đường kính D5 (10 - 12 cm) chiếm 7,2%, cấp chiều cao H3 (6 - 8 m) chiếm 9,3% hoặc cấp đường kính giảm

đi, cấp đường kính D1 (2-4 cm) chiếm 6,8%.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

##### 1. Tài liệu tiếng Việt

- Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn. (2013). *Dự án trồng rừng trên đất cát ven biển Nam Trung bộ Việt Nam - giai đoạn 2 (PACSA 2)*. Bộ Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn.
- Ngô Quang Đê và Nguyễn Hữu Vĩnh. (1997). *Trồng rừng*. Nhà xuất bản Nông nghiệp.
- Vũ Tiến Hinh. (2012). *Điều tra rừng (Giáo trình dùng cho sau đại học)*. Nhà xuất bản Nông nghiệp Hà Nội.
- Nguyễn Việt Hưng. (2016). Nghiên cứu quy luật kết cấu lâm phần rừng trồng Keo tai tượng (*Acacia mangium*) tại Công ty Lâm nghiệp Hòa Bình. *Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển nông thôn*, kỳ 2, tháng 5, 113-120.
- Lê Đức Thắng, Đào Thị Thu Hà, Phạm Văn Ngân và Nguyễn Hữu Cường. (2020). Đánh giá sinh trưởng và dự báo trữ lượng các lâm phần rừng trồng Mỡ (*Manglietia conifera*) ở Tuyên Quang. *Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển nông thôn*, 19( kỳ 1, tháng 10/2020), pp. 43-51.
- Lê Đức Thắng. (2022). Hiệu quả phòng hộ chắn gió, chắn cát bay ven biển của đai rừng Keo lá liềm (*Acacia crassicarpa* A. Cunn ex Benth) tại Quảng Trị. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ lâm nghiệp*, 7, 26-36. <https://doi.org/https://doi.org/10.55250/jo.vnu.2022.7.026-036>
- Nguyễn Văn Tuấn. (2014). *Phân tích số liệu với R*. Nhà xuất bản Tổng hợp Thành phố Hồ Chí Minh.
- Nguyễn Văn Tuấn. (2018). *Phân tích dữ liệu với R: Hỏi và Đáp*. Nhà xuất bản Thành phố Hồ Chí Minh.
- Vũ Nhân. (2010). *Nghiên cứu chuyển hóa rừng trồng Mỡ và Sa mộc cung cấp gỗ nhỏ thành rừng cung cấp gỗ lớn tại Công ty Lâm nghiệp Yên Sơn, tỉnh Tuyên Quang và Ban Quản lý rừng Bắc Hà, tỉnh Lào Cai*. Báo cáo tổng kết đề tài cấp Bộ NN&PTNT. Trường Đại học Lâm nghiệp.
- Nguyễn Văn Việt, Phan Thị Thanh Thủy, & Lê Châu Thành. (2020). Đặc điểm cấu trúc và sinh trưởng rừng trồng Keo lưỡi liềm (*Acacia crassicarpa*) tại tỉnh Bình Thuận. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ nông nghiệp*, 4(4), 1940-1950.

## 2. Tài liệu tiếng nước ngoài

- Bui Manh Hung, Nguyen Thi Bich Phuong, Le Sy Doanh, & Phung The Hai. (2021). Stump diameter characteristics and volume prediction for *Acacia mangium* in Ba Vi, Vietnam. *Journal of forest science and technology*, 11, 28-37.
- Fallahchai, M., Daneshian, B., Foroughi, M., & Abadiz, A. (2012). The study of some statistical distributions in order to fit *Fagus orientalis* (Beech) trees diameter in Iran's north forests. *Ecology, Environment and Conservation*, 18(1), 19-23.
- Husch, B., Beers, T. W., & Kershaw Jr, J. A. (2002). *Forest mensuration*. John Wiley & Sons.
- Hung, B. M., Phuong, N. T. B., Van Quy, N., Van Hop, N., & Habib, Y. (2023). *Acacia* canopy structure and carbon stock in Ba Vi, Vietnam. *Journal of Forest Science*, 69(1), 21-32.
- Kayes, I., Deb, J., Comeau, P., & Das, S. (2012). Comparing normal, lognormal and Weibull distributions for fitting diameter data from Akashmoni plantations in the north-eastern region of Bangladesh. *Southern Forests: a Journal of Forest Science*, 74(3), 175-181.
- Nanang, D. M. (1998). Suitability of the Normal, Log-normal and Weibull distributions for fitting diameter distributions of neem plantations in Northern Ghana. *Forest Ecology and Management*, 103(1), 1-7.
- R Core Team. (2016). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <http://www.R-project.org/>.
- Zhang, X., & Lei, Y. (2010). A linkage among whole-stand model, individual-tree model and diameter-distribution model. *Journal of Forest Science*, 56(12), 600-608.
- Zheng, L.-f., & Zhou, X.-n. (2010). Diameter distribution of trees in natural stands managed on polycyclic cutting system. *Forestry Studies in China*, 12, 21-25.