

MÔ HÌNH PHÂN BỐ TẦN SUẤT ĐƯỜNG KÍNH, CHIỀU CAO CÁC LÂM PHẦN KEO TAI TƯỢNG (*Acacia mangium*) Ở TUYỀN QUANG

Lê Đức Thắng¹*, Đào Thị Thu Hà², Huỳnh Văn Chung³

TÓM TẮT

Phân bố tần suất đường kính, chiều cao lâm phần cung cấp các thông tin quan trọng nhằm xây dựng các phương án quản lý rừng có hiệu quả. Mục tiêu của nghiên cứu này nhằm đánh giá mức độ phù hợp của 5 hàm phân phối (Normal, Lognormal, Gamma, Exponential và Weibull) cho phân bố số cây theo đường kính và chiều cao lâm phần Keo tai tượng ở giai đoạn 4 - 8 tuổi trồng tại Tuyên Quang. Kết quả cho thấy, số cá thể Keo tai tượng tập trung lớn nhất ở các cỡ đường kính D4 (10 – 12 cm), D5 (12 – 14 cm) và D6 (14 – 16 cm), chiếm 67,2%; tương ứng ở các cỡ chiều cao H4 (12 – 14 m), H5 (14 – 16 m) và H6 (16 – 18 m), chiếm 66,3% tổng số cây trong lâm phần và giảm dần khi cỡ đường kính (và cỡ chiều cao) tăng lên hoặc cỡ đường kính (và cỡ chiều cao) giảm đi. Hai hàm phân phối: Normal và Weibull đều có mức độ phù hợp và hiệu quả tốt nhất để mô tả phân bố số cây theo đường kính và chiều cao các lâm phần Keo tai tượng trồng ở Tuyên Quang. Kết quả nghiên cứu là cơ sở để các nhà quản lý, các chủ rừng lập kế hoạch cho các biện pháp kỹ thuật lâm sinh trong nuôi dưỡng rừng cũng như chuyển hóa rừng trồng gỗ nhỏ sang rừng trồng gỗ lớn cho các lâm phần Keo tai tượng nhằm nâng cao năng suất và hiệu quả kinh tế.

Từ khóa: *Hàm phân phối, N/D, N/H, Keo tai tượng, Tuyên Quang.*

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Xuất khẩu gỗ và lâm sản của Việt Nam năm 2022 đạt 16,928 tỷ USD, vượt 3,8% kế hoạch đề ra, tăng 6,1% so với năm 2021. Tuy nhiên, bên cạnh những kết quả đạt được, ngành lâm nghiệp cũng đang phải đối mặt với những khó khăn do rừng trồng chủ yếu là những loài cây mọc nhanh [1]. Keo tai tượng (*Acacia mangium*) là loài cây sinh trưởng nhanh và phát triển mạnh với chất lượng gỗ tốt, đáp ứng nhu cầu cao của thị trường. Hiện nay, Keo tai tượng đã được mở rộng diện tích rừng trồng nhanh và đang tiếp tục phát triển, nhưng phần lớn các mô hình trồng rừng làm nguyên liệu

sản xuất dăm gỗ, ván bóc chất lượng thấp và làm bột giấy, với chu kỳ ngắn từ 4 - 6 năm [2].

Tỉnh Tuyên Quang có tổng diện tích rừng trên 426.000 ha, trong đó, diện tích rừng trồng gỗ nguyên liệu trên 192.000 ha, tỷ lệ che phủ rừng đạt 65,2%. Hiện nay, tỉnh đã quy hoạch 200 nghìn ha rừng trồng phục vụ chế biến, chuyển hóa trên 40 nghìn ha rừng gỗ nhỏ sang rừng trồng gỗ lớn và cấp chứng chỉ FSC cho các chủ rừng trên 35 nghìn ha. Tuy nhiên, để phát triển bền vững nguồn cung cấp gỗ nguyên liệu vẫn còn là khoảng trống lớn, trong đó, việc nghiên cứu cấu trúc lâm phần làm cơ sở xác định thời điểm và cường độ tỉa thưa cũng như áp dụng các biện pháp kỹ thuật lâm sinh thích hợp và biện pháp quản lý tăng trưởng rừng hiệu quả với mục đích kinh doanh (gỗ nhỏ hoặc gỗ lớn) là vấn đề đang được đặt ra cả về mặt khoa học và thực tiễn hiện nay. Nghiên cứu cấu trúc rừng trồng thông qua các hàm phân phối làm cơ sở điều chỉnh kế hoạch khai thác và quản lý rừng cũng đã được

¹ Viện Nghiên cứu và Phát triển Vùng, Bộ Khoa học và Công nghệ

² Khoa Nông Lâm - Ngư nghiệp, Trường Đại học Tân Trào

³ Trường Cao đẳng Cộng đồng Kon Tum

* Email: thangs.accr@gmail.com

thực hiện trên đối tượng rừng Keo tai tượng ở Hòa Bình [3] và ở Ba Vì [4], [5]; rừng Neem (*Azadirachta indica*) ở Ghana [6]; rừng Thông ở Trung Quốc [7]; rừng Sồi ở Iran [8]; rừng Keo lá tràm (*A. auriculiformis*) ở Băng-la-đét [9]; ... 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 để đánh giá 5 hàm phân phối (Normal, Lognormal, Gamma, Exponential và Weibull) nhằm lựa chọn mô hình phân bố N/D và N/H phù hợp nhất cho các lâm phần Keo tai tượng ở giai đoạn 4 - 8 tuổi trồng tại Tuyên Quang và làm cơ sở đưa ra các phương án quản lý và kinh doanh rừng trồng hiệu quả nhất.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu nghiên cứu

Các lâm phần Keo tai tượng (*Acacia mangium* Willd.) ở các độ tuổi từ 4 - 8 tuổi tại Công ty Trách nhiệm Hữu hạn (TNHH) Lâm nghiệp Yên Sơn, Công ty TNHH Lâm nghiệp Sơn Dương và Công ty Lâm nghiệp Hàm Yên trên địa bàn tỉnh Tuyên Quang được lựa chọn làm điểm nghiên cứu. Đây là các doanh nghiệp lâm nghiệp có diện tích rừng trồng lớn, tập trung, đi đầu trong trồng rừng phục vụ chế biến, chuyển hoá rừng gỗ nhỏ sang rừng trồng gỗ lớn và đạt chứng chỉ FSC cho các lâm phần.

2.2. Phương pháp nghiên cứu, kỹ thuật sử dụng

2.2.1. Điều tra trên ô tiêu chuẩn

Tại các lâm phần Keo tai tượng được lựa chọn đều áp dụng cùng mật độ ban đầu 1.660 cây/ha, lập các ô tiêu chuẩn (OTC) tạm thời theo phương pháp chọn mẫu ngẫu nhiên phân tầng không theo tỷ lệ cho các độ tuổi (từ 4 - 8 tuổi). Mỗi độ tuổi lập 3 OTC (1 ô/tuổi/tại mỗi công ty), kích thước mỗi ô là 500 m² (20 x 25 m), chiều dài ô được lập theo hướng song song với đường đồng mức, chiều rộng vuông góc với chiều dài. Tổng số OTC là 15 ô.

Trong OTC đo đếm tất cả các cây Keo tai tượng về các chỉ tiêu:

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

+ Chiều cao vút ngọn (H_{VN} , m): dùng 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.

2.2.2. Phương pháp xử lý số liệu

Xác định các đặc trưng thống kê:

+ Mật độ lâm phần (N):

$$N = \frac{n \times 10.000}{500} \quad (1)$$

+ Trung bình mẫu ($\bar{X}$):

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (2)$$

+ Hệ số biến động (CV%):

$$CV\% = \frac{Sd}{\bar{X}} * 100 \quad (3)$$

+ Sai tiêu chuẩn:

$$S = \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}} \quad (4)$$

+ Độ nhọn (Kurtosis):

$$E_x = \frac{\sum (x_i - \bar{x})^4}{n \cdot S^4} - 3 \quad (5)$$

+ Độ lệch (Skewness):

$$S_k = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{(x_i - \bar{x})^3}{S^3} \quad (6)$$

Trong đó: N là mật độ lâm phần (cây/ha); x_i là số cây trong OTC; CV% là hệ số biến thiên; S là sai tiêu chuẩn; S^2 là phương sai; E_x là độ nhọn; S_k là độ lệch.

Bảng 1. Câu lệnh ước tính các tham số và kiểm tra các hàm phân phối bằng tiêu chuẩn Kolmogorov-Smirnov trong R

Hàm phân phối	Công thức		Câu lệnh trong R	Kiểm tra bằng tiêu chuẩn Kolmogorov-Smirnov
Normal	$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-(x-\mu)^2/2\sigma^2}$ [10]	(7)	d_no=fitdist(x, "norm",method="mle")	ks.test(x,"pnorm", mean= μ ,sd= σ)
Lognormal	$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-(\ln x - \mu)^2/2\sigma^2}$ [11]	(8)	d_lo=fitdist(x, "lnorm",method="mle")	ks.test(x,"plnorm", meanlog= μ ,sdlog= σ)
Gamma	$f(x) = \frac{x^{\alpha-1}}{\beta^\alpha \Gamma(\alpha)} \cdot e^{-(x/\beta)}$ [12]	(9)	d_ga=fitdist(x, "gamma",method="mle")	ks.test(x,"pgamma", shape,rate)
Exponential	$f(x) = \lambda e^{(-\lambda x)}$ [13]	(10)	d_ex=fitdist(x, "exp",method="mle")	ks.test(x,"pexp",rate)
Weibull	$f(x) = \frac{\alpha}{\beta^\alpha} x^{\alpha-1} e^{-(x/\beta)^\alpha}$ [14]	(11)	d_we=fitdist(x, "weibull",method="mle")	ks.test(x,"pweibull", shape,scale)

Phương pháp ước lượng hợp lý tối đa (MLE) đã được sử dụng trong nghiên cứu để ước tính các tham số của mỗi hàm phân phối (Normal, Lognormal, Gamma, Exponential, Weibull) và được kiểm định thống kê bằng 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). Hàm phân phối phù hợp nhất được lựa chọn dựa trên tiêu chuẩn AIC (Akaike Information Criterion) thấp nhất (công thức 12) [15] và kết quả kiểm định giả thuyết phải có ý nghĩa thống kê.

AIC = Residual Deviance + 2 x (số tham số của mô hình) (12)

Sự khác biệt giữa mỗi hàm phân phối được đánh giá qua giá trị D của tiêu chuẩn KS (công thức 13 và 14). Giả thuyết (H_0) là các hàm phân phối của các biến ($D_{1,3}$, H_{VN}) quan sát thực và ước tính là không có sự sai khác rõ. Nếu $D_n \leq D_\alpha$: Số liệu quan sát phù hợp (nhất quán) với 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 (nhất quán) với ước tính (H_0^-).

$$D_n = \text{Sup}x|F(x_i) - F_0(x_i)| \quad (13)$$

$$D_\alpha = \sqrt{\frac{-\ln\left(\frac{1}{2}\alpha\right)}{2n}} \quad (14)$$

Trong đó: Supx = giá trị cận trên đúng của biến x ($D_{1,3}$, H_{VN}); $F(x_i)$ là phân bố 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 điều tra được tổng hợp, phân tích theo các mục đích nghiên cứu trên cơ sở các thuật toán của phần mềm R [15], [16].

Các gói sử dụng để xử lý số liệu và vẽ biểu đồ trong nghiên cứu gồm: fitdistrplus, psych, gplot2, gridExtra.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Thống kê mô tả về đường kính và chiều cao lâm phần Keo tai tượng

Đường kính và chiều cao bình quân lâm phần Keo tai tượng ở Tuyên Quang có xu hướng tăng khi tuổi lâm phần tăng và thể hiện độ lệch âm ở các độ tuổi 4, 6, 7 và 8, lệch dương ở tuổi 5 về đường kính; lệch âm ở tuổi 5, 6 và 7, lệch dương ở

tuổi 4 và tuổi 8 về chiều cao cây, nhưng độ lệch thấp, lệch âm từ -0,027 đến -0,276, lệch dương +0,116 về đường kính; lệch âm từ -0,063 đến -0,415, lệch dương từ +0,045 đến +0,086 về chiều cao. Đường kính bình quân lâm phần đạt 10,7 cm (tuổi 4) tăng lên 16,2 cm (tuổi 8), mức tăng bình quân từ

5,5 - 15,9% qua các năm, trung bình tăng 10,9% về đường kính cả giai đoạn 4 - 8 tuổi. Chiều cao bình quân lâm phần đạt 12,2 m (tuổi 4) tăng lên 17,8 m (tuổi 8), mức tăng bình quân từ 6,3 - 14,1% qua các năm, trung bình tăng 10,1% về chiều cao cả giai đoạn 4 - 8 tuổi (Bảng 2).

Bảng 2. Thống kê mô tả đặc trưng mẫu về đường kính và chiều cao lâm phần

Keo tai tượng từ 4 - 8 tuổi ở Tuyên Quang

Tuổi	Chỉ tiêu	Trung bình	Sai số	Trung vị	Mode	Sai tiêu chuẩn	Phương sai mẫu	Độ nhọn	Độ lệch
4	D _{1,3} (cm)	10,738	0,164	10,700	11,000	1,997	3,989	-0,249	-0,027
	H _{VN} (m)	12,168	0,181	12,000	12,000	2,207	4,870	-0,315	0,086
5	D _{1,3} (cm)	11,325	0,188	11,200	10,500	2,244	5,035	0,183	0,116
	H _{VN} (m)	12,937	0,197	13,000	13,000	2,347	5,507	-0,005	-0,063
6	D _{1,3} (cm)	13,123	0,221	13,300	15,000	2,441	5,961	-0,690	-0,185
	H _{VN} (m)	14,648	0,242	15,000	15,000	2,669	7,123	-0,653	-0,309
7	D _{1,3} (cm)	14,199	0,208	14,300	12,500	2,297	5,278	-0,110	-0,147
	H _{VN} (m)	15,615	0,204	16,000	16,000	2,254	5,082	0,783	-0,415
8	D _{1,3} (cm)	16,186	0,193	16,400	17,000	2,038	4,155	-0,072	-0,276
	H _{VN} (m)	17,820	0,200	18,000	17,000	2,103	4,422	-0,452	0,045

Ghi chú: Mode là trị số ứng với tần số phân bố tập trung nhất

3.2. Quy luật phân bố N/D và N/H các lâm phần Keo tai tượng

Kết quả kiểm định thống kê bằng tiêu chuẩn Kolmogorov-Smirnov, đánh giá 5 hàm phân phối: Normal, Lognormal, Gamma, Exponential và Weibull để lập mô hình phân bố N/D cho các lâm phần Keo tai tượng từ tuổi 4 đến tuổi 8 ở Tuyên Quang (Bảng 3, 4 và hình 1) cho thấy, hàm phân phối Normal là phù hợp hơn cả để mô phỏng quy

luật phân bố N/D cho các lâm phần ở tuổi 4, 5 và 7. Trong khi đó, hàm phân phối Weibull là phù hợp để mô phỏng quy luật phân bố N/D cho các lâm phần ở tuổi 6 và tuổi 8. Hai hàm phân phối này đều cho phần dư giữa giá trị quan sát thực và ước tính của mô hình là nhỏ nhất thông qua tiêu chuẩn AIC. Tiêu chuẩn AIC là một thước đo quan trọng và có ích để quyết định lựa chọn một mô hình đơn giản và đầy đủ [15].

Bảng 3. Kiểm tra quy luật phân bố N/D và N/H theo các hàm phân phối cho các lâm phần Keo tai tượng ở Tuyên Quang

Tuổi	Chỉ tiêu	Các hàm phân phối				
		Normal	Lognormal	Gamma	Exponential	Weibull
4	D _{1,3}	μ = 10,74	μ = 2,35	shape = 27,96	rate = 0,093	shape = 5,99
		sd = 1,99	sd = 0,19	rate = 2,58		scale = 11,56
		AIC = 632,0	AIC = 640,8	AIC = 635,9	AIC = 1007,4	AIC = 634,9

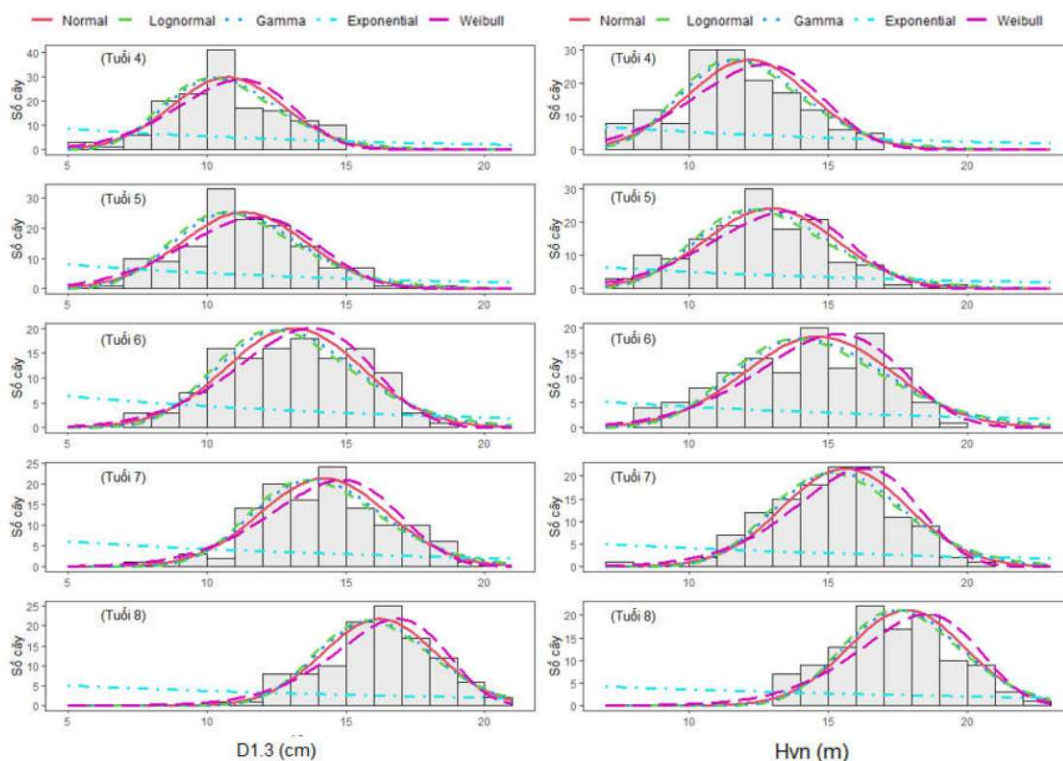
	H_{VN}	$\mu = 12,17$	$\mu = 2,48$	shape = 29,74	rate = 0,082	shape = 6,04
		sd = 2,20	sd = 0,19	rate = 2,44		scale = 13,09
		AIC = 661,7	AIC = 665,5	AIC = 662,7		AIC = 667,3
5	$D_{1,3}$	$\mu = 11,32$	$\mu = 2,41$	shape = 24,58	rate = 0,088	shape = 5,45
		sd = 2,24	sd = 0,21	rate = 2,17		scale = 12,24
		AIC = 635,5	AIC = 642,0	AIC = 637,7		AIC = 641,8
	H_{VN}	$\mu = 12,94$	$\mu = 2,54$	shape = 29,03	rate = 0,077	shape = 6,09
		sd = 2,34	sd = 0,19	rate = 2,24		scale = 13,90
		AIC = 648,2	AIC = 657,1	AIC = 652,5		AIC = 651,6
6	$D_{1,3}$	$\mu = 13,12$	$\mu = 2,56$	shape = 27,43	rate = 0,076	shape = 6,24
		sd = 2,43	sd = 0,20	rate = 2,09		scale = 14,13
		AIC = 567,0	AIC = 575,4	AIC = 571,4		AIC = 565,0
	H_{VN}	$\mu = 14,65$	$\mu = 2,67$	shape = 28,21	rate = 0,068	shape = 6,51
		sd = 2,66	sd = 0,19	rate = 1,93		scale = 15,74
		AIC = 588,7	AIC = 599,7	AIC = 594,9		AIC = 584,2
7	$D_{1,3}$	$\mu = 14,20$	$\mu = 2,64$	shape = 36,50	rate = 0,070	shape = 6,98
		sd = 2,29	sd = 0,17	rate = 2,57		scale = 15,16
		AIC = 552,2	AIC = 560,5	AIC = 556,5		AIC = 553,6
	H_{VN}	$\mu = 15,61$	$\mu = 2,74$	shape = 44,43	rate = 0,064	shape = 7,96
		sd = 2,25	sd = 0,15	rate = 2,85		scale = 16,56
		AIC = 547,5	AIC = 562,7	AIC = 556,1		AIC = 546,1
8	$D_{1,3}$	$\mu = 2,78$	$\mu = 60,86$	shape = 60,86	rate = 0,061	shape = 9,06
		sd = 0,13	sd = 3,76	rate = 3,76		scale = 17,07
		AIC = 482,5	AIC = 479,8	AIC = 479,8		AIC = 476,1
	H_{VN}	$\mu = 17,81$	$\mu = 2,87$	shape = 71,62	rate = 0,056	shape = 9,23
		sd = 2,09	sd = 0,12	rate = 4,02		scale = 18,75
		AIC = 483,0	AIC = 484,1	AIC = 483,3		AIC = 489,6

Mô phỏng quy luật phân bố N/D và N/H theo 5 hàm phân phối: Normal, Lognormal, Gamma, Exponential và Weibull cho các lâm phần Keo tai tượng ở Tuyên Quang giai đoạn 4 - 8 tuổi (Hình 1) cho thấy, hàm phân phối Gamma là kém phù hợp nhất trong tất cả 5 hàm phân phối thử nghiệm.

Tương tự, kết quả kiểm định thống kê bằng tiêu chuẩn Kolmogorov-Smirnov, đánh giá 5 hàm phân phối: Normal, Lognormal, Gamma, Exponential và Weibull để lập mô hình phân bố N/H cho các lâm phần Keo tai tượng (Bảng 3, 4 và hình 1) cho thấy, hàm phân phối Normal là phù hợp hơn cả để mô phỏng quy luật phân bố N/H cho các lâm phần ở tuổi 4, 5 và 8; hàm phân phối

Weibull là phù hợp để mô phỏng quy luật phân bố N/H cho các lâm phần ở tuổi 6 và tuổi 7. Chỉ số

AIC của 2 hàm phân phối này đều cho giá trị nhỏ nhất nên được lựa chọn.



Hình 1. Mô phỏng quy luật phân bố N/D, N/H theo các hàm phân phối Normal, Lognormal, Gamma, Exponential và Weibull cho các lâm phần Keo tai tượng từ 4 - 8 tuổi

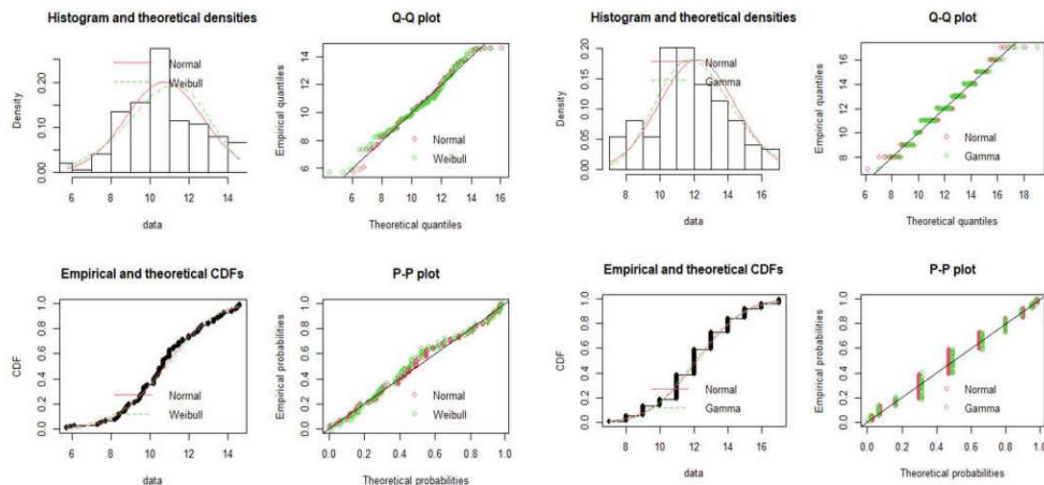
Bảng 4. Kết quả kiểm định bằng tiêu chuẩn Kolmogorov-Smirnov các phân bố N/D và N/H cho các lâm phần Keo tai tượng

Tuổi	Normal		Lognormal		Gamma		Exponential		Weibull	
	KS statistic	p-value	KS statistic	p-value	KS statistic	p-value	KS statistic	p-value	KS statistic	p-value
N/D _{1,3}										
4	0,0785	0,3175	0,0755	0,3633	0,0637	0,5806	0,4664	<0,0001	0,1074	0,0644
5	0,0541	0,8007	0,0889	0,2118	0,0757	0,3898	0,4610	<0,0001	0,0562	0,7618
6	0,0996	0,1772	0,1019	0,1587	0,1018	0,1596	0,4561	<0,0001	0,0862	0,3255
7	0,0662	0,6587	0,0664	0,6543	0,0554	0,8481	0,4913	<0,0001	0,0666	0,6515
8	0,0720	0,6122	0,0966	0,2515	0,0883	0,3528	0,5145	<0,0001	0,0687	0,6706
N/H _{VN}										
4	0,1211	0,0254	0,1377	0,0071	0,1279	0,0153	0,4744	<0,0001	0,1439	0,0041
5	0,1164	0,0427	0,1517	0,0029	0,1400	0,0077	0,4797	<0,0001	0,1204	0,0326

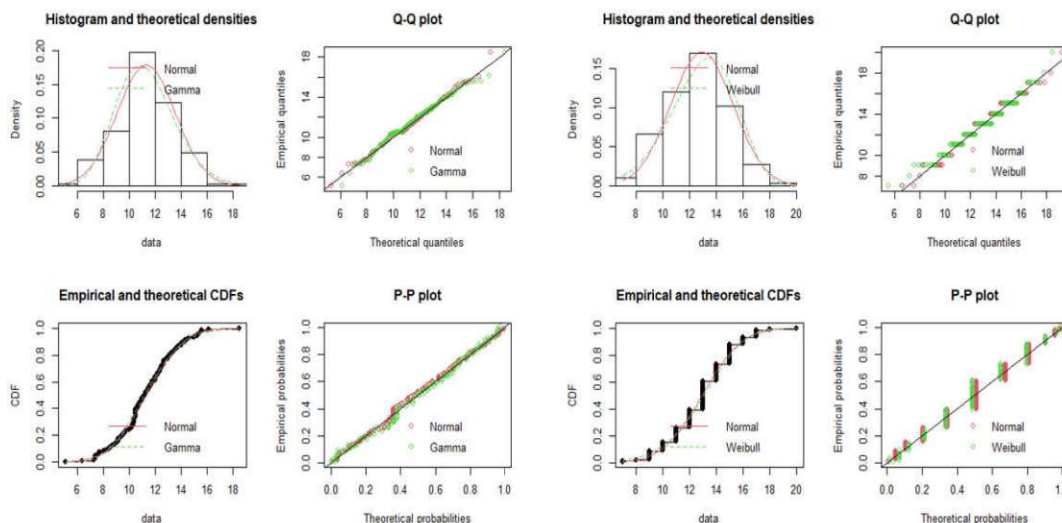
6	0,1183	0,0657	0,1518	0,0072	0,1407	0,0159	0,4621	<0,0001	0,1114	0,0970
7	0,1173	0,0696	0,1404	0,0169	0,1335	0,0259	0,5115	<0,0001	0,1037	0,1447
8	0,1118	0,1247	0,1127	0,1190	0,1088	0,1441	0,5351	<0,0001	0,1273	0,0550

Kết quả kiểm tra và thể hiện trên biểu đồ Q-Q plot, P-P plot (Hình 2 - 6) cho thấy, giá trị quan sát thực của các biến $D_{1,3}$, H_{VN} (các điểm trên biểu đồ tương ứng ở từng độ tuổi) đều nằm rất gần với giá trị kỳ vọng của luật phân phối chuẩn (đường chéo trên các biểu đồ) nên phân bố của biến $D_{1,3}$, H_{VN}

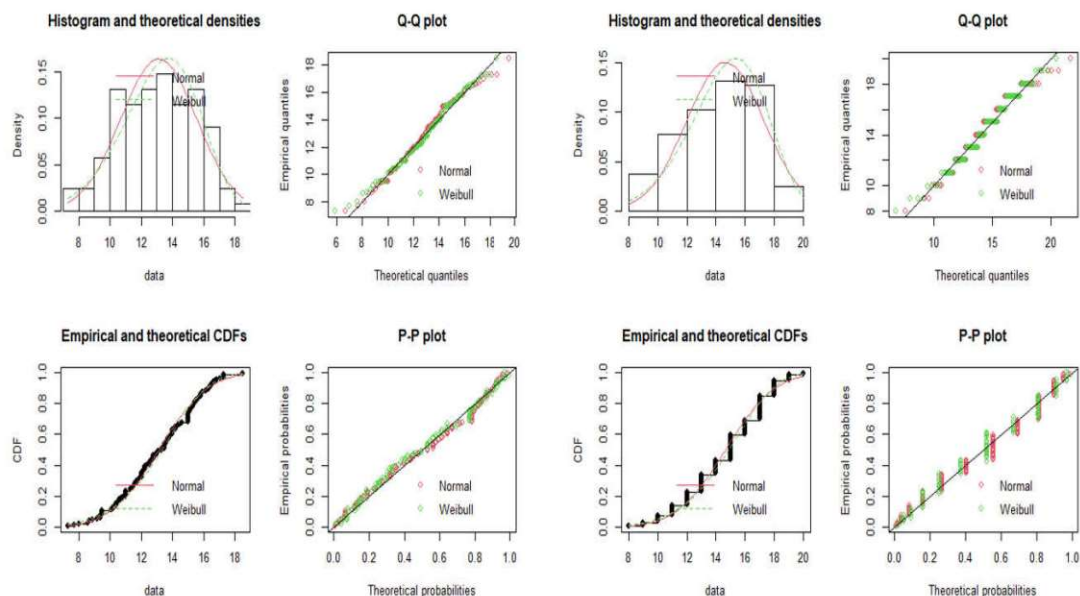
phù hợp với luật phân phối chuẩn. Vì vậy, việc mô phỏng quy luật phân bố N/D, N/H cho các lâm phần Keo tai tượng ở Tuyên Quang theo hàm phân phối Normal hoặc Weibull tùy theo độ tuổi là phù hợp hơn cả.



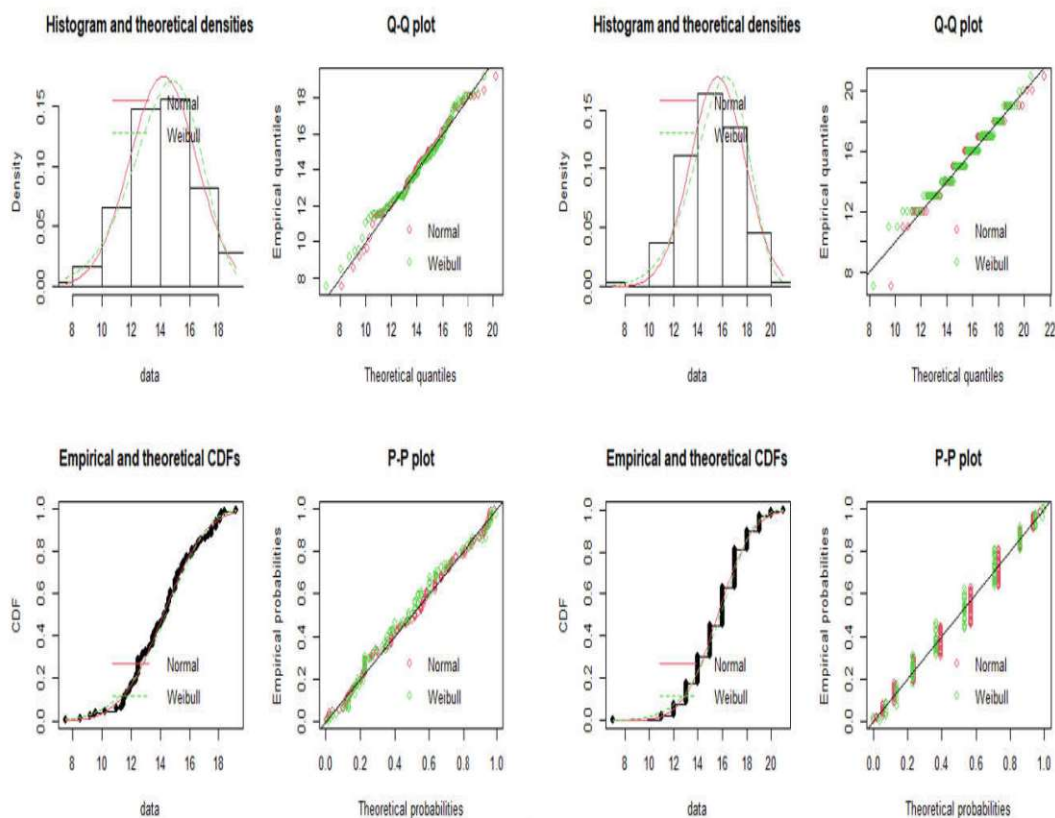
Hình 2. Mức độ phù hợp của hàm phân phối Normal và Weibull cho phân bố N/D (trái) và N/H (phải) cho lâm phần Keo tai tượng tuổi 4



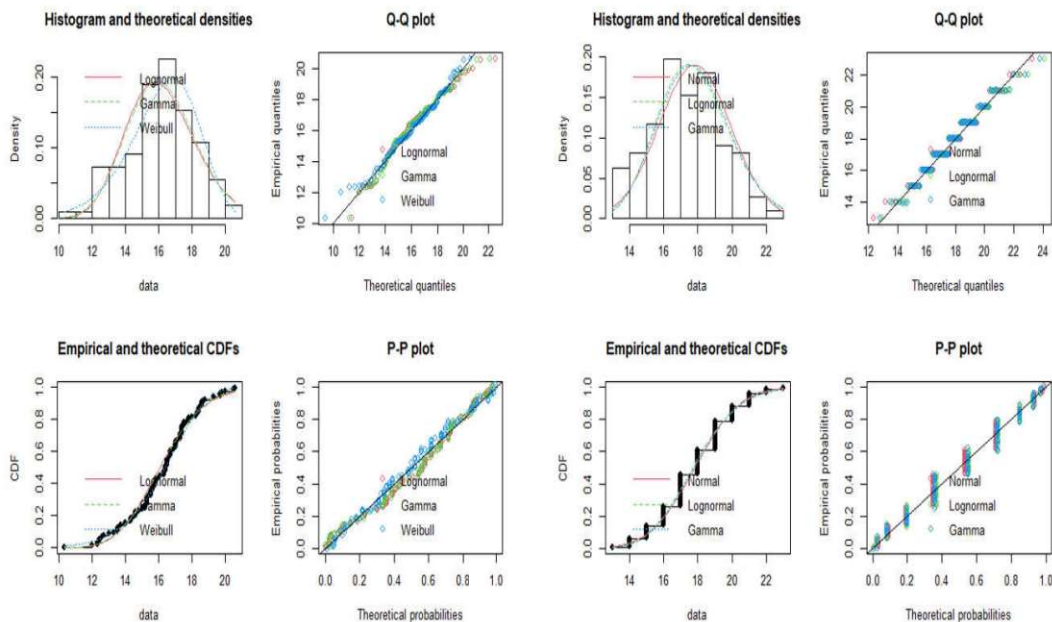
Hình 3. Mức độ phù hợp của hàm phân phối Normal và Weibull cho phân bố N/D (trái) và N/H (phải) cho lâm phần Keo tai tượng tuổi 5



Hình 4. Mức độ phù hợp của hàm phân phối Normal và Weibull cho phân bố N/D (trái) và N/H (phải) cho lâm phần Keo tai tượng tuổi 6



Hình 5. Mức độ phù hợp của hàm phân phối Normal và Weibull cho phân bố N/D (trái) và N/H (phải) cho lâm phần Keo tai tượng tuổi 7



Hình 6. Mức độ phù hợp của hàm phân phối Lognormal, Gamma và Weibull của phân bố N/D (trái) và N/H (phải) cho lâm phần Keo tai tượng tuổi 8

Như vậy, các điểm quan sát thực của biến $D_{1,3}$, H_{VN} đều tập trung và nằm sát theo đường chéo kỳ vọng và phần dư chuẩn hóa gần sát với phân phối chuẩn nên việc lựa chọn các hàm phân phối Normal hoặc Weibull để mô phỏng quy luật phân bố N/D hoặc N/H tùy thuộc vào từng độ tuổi cho các lâm phần Keo tai tượng ở Tuyên Quang là phù hợp nhất trong 5 hàm phân phối thử nghiệm.

3.3. Mức độ phù hợp giữa các hàm phân phối mô phỏng quy luật phân bố N/D và N/H các lâm phần Keo tai tượng

Kết quả kiểm tra giả thuyết (Bảng 3, 4 và 5) cho thấy, cả 4 hàm phân phối: Normal, Lognormal, Gama và Weibull đều có thể lựa chọn để mô phỏng quy luật phân bố N/D và N/H cho các lâm phần Keo tai tượng ở Tuyên Quang; riêng hàm phân phối Exponential là kém phù hợp nhất và không có giả thuyết nào được chấp nhận. Để mô hình hóa quy luật N/D cho các lâm phần Keo tai tượng đều có thể áp dụng 4 hàm phân phối: Normal, Lognormal, Gama và Weibull để mô phỏng, cả 4 hàm phân phối này đều có 100% giả thuyết được chấp nhận. Tương tự, 4 hàm phân

phối: Normal, Lognormal, Gama và Weibull đều có thể mô phỏng quy luật N/H cho các lâm phần Keo tai tượng, nhưng 2 hàm phân phối Normal và Weibull cho mức độ phù hợp nhất, cả 2 hàm phân phối này đều có 60% giả thuyết được chấp nhận; 2 hàm phân phối còn lại (Lognormal và Gama) chỉ có 20% giả thuyết được chấp nhận. Tuy nhiên, dựa trên tiêu chuẩn AIC, 2 hàm phân phối Normal và Weibull là phù hợp hơn để mô hình hóa phân bố N/D và N/H cho các lâm phần Keo tai tượng. Kết quả nghiên cứu của Kayes và cs (2012) cho thấy, hàm phân phối Normal cho mức độ phù hợp kém nhất so với 2 hàm phân phối còn lại (Lognormal và Weibull) và chỉ có 2 trong số 6 giả thuyết được chấp nhận (33,3%) khi so sánh 3 hàm phân phối mô phỏng cho phân bố N/D các lâm phần Keo lá tràm (*A. auriculiformis*) từ tuổi 1 đến tuổi 6 ở khu vực Đông Bắc Bắg-la-đét [9]. Kết quả ở nghiên cứu này chưa tương đồng về hàm phân phối Normal với nghiên cứu của Kayes và cs (2012) [9] có thể do dữ liệu đường kính và chiều cao ở các lâm phần Keo tai tượng lệch âm, với độ lệch nhỏ (độ lệch từ -0,027 đến -0,276 về đường kính và từ -

0,063 đến -0,415 về chiều cao) hay lệch dương về đường kính, với độ lệch nhỏ (+0,116) chỉ xảy ra ở tuổi 5 và lệch dương về chiều cao, với độ lệch nhỏ (+0,086) ở tuổi 4 và (+0,045) ở tuổi 8 (Bảng 2). Trong khi đó, dữ liệu về đường kính các lâm phần Keo lá tràm ở Bàng-la-đét có độ lệch dương rất lớn, giá trị độ lệch từ +0,571 ở tuổi 4 đến +0,976 ở tuổi 2, ngoại trừ độ lệch dương thấp ở tuổi 3 (+0,348) và tuổi 5 (+0,100) [9]. Kết quả ở nghiên cứu này cũng tương đối phù hợp với hàm phân phối Weibull được xác định là tốt nhất để mô hình hóa phân bố

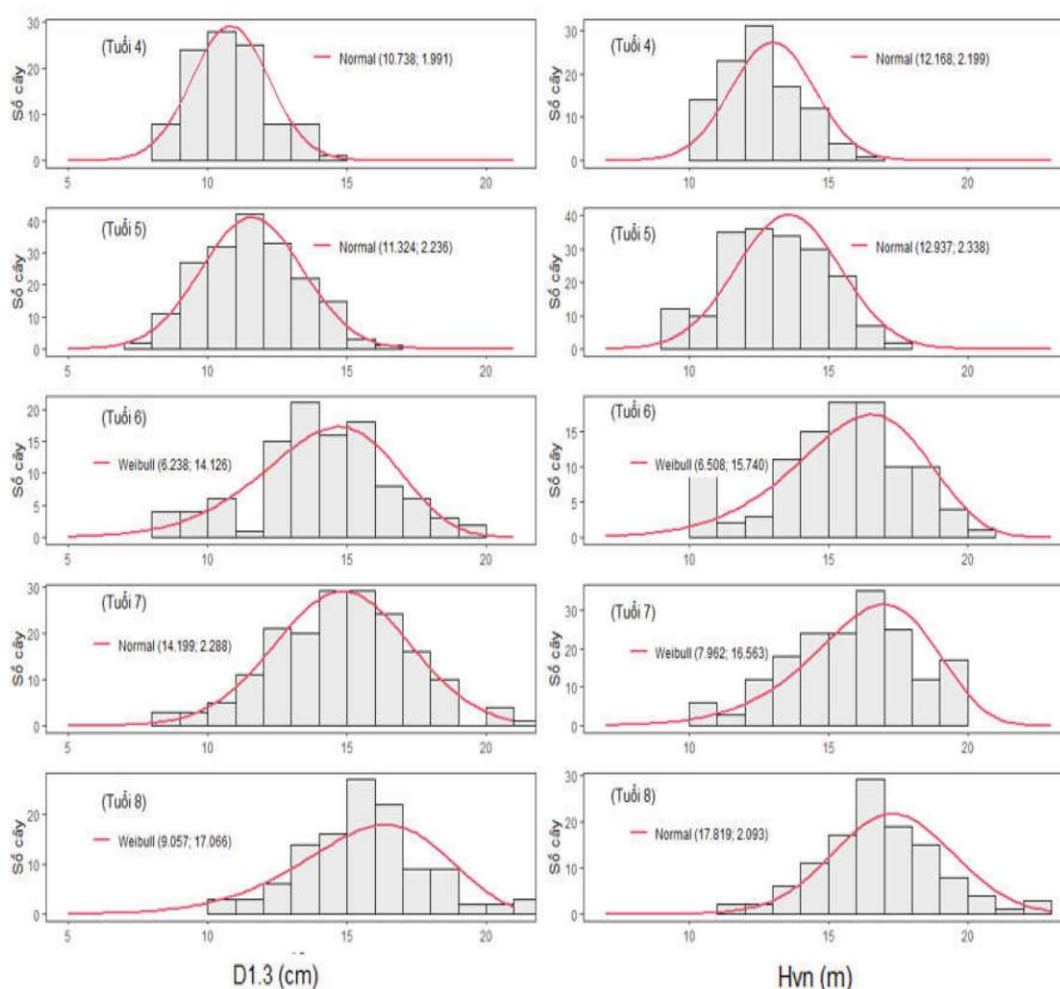
số cây theo đường kính gốc cho rừng Keo tai tượng ở Ba Vi [4]. Weibull và Shash là 2 hàm phân phối tốt nhất để mô hình hóa phân bố tần suất số cây theo đường kính và chiều cao các lâm phần Keo tai tượng ở Ba Vi [5]. Kết quả ở nghiên cứu này cho thấy, 2 hàm phân phối Normal và Weibull là phù hợp nhất, đều có 5/5 giả thuyết được chấp nhận (100%) để mô hình hóa phân bố N/D và đều có 3/5 giả thuyết được chấp nhận (60,0%) để mô hình hóa phân bố N/H cho các lâm phần Keo tai tượng ở Tuyên Quang (Bảng 5).

Bảng 5. Kết quả kiểm tra mức độ phù hợp giữa các hàm phân phối mô phỏng phân bố N/D và N/H các lâm phần Keo tai tượng

Chỉ tiêu	Hàm phân phối					Kết luận
	Normal	Lognormal	Gamma	Exponential	Weibull	
$D_{1,3}$	5	5	5	0	5	H_0^+
	0	0	0	5	0	H_0^-
	100,0	100,0	100,0	-	100,0	Tỷ lệ (%)
H_{VN}	3	1	1	0	3	H_0^+
	2	4	4	5	2	H_0^-
	60,0	20,0	20,0	-	60,0	Tỷ lệ (%)

Các lâm phần Keo tai tượng ở giai đoạn 4 - 8 tuổi tại Tuyên Quang có phân bố N/D và N/H theo dạng 1 đỉnh và lệch phải (chủ yếu là lệch âm), phân bố số cây theo đường kính và chiều cao của mỗi lâm phần luôn thay đổi khi tuổi lâm phần tăng, ở tuổi 4 số cá thể tập trung ở cỡ đường kính D3 (8 – 10 cm) và D4 (10 – 12 cm), chiếm 65,1%; tương ứng cỡ chiều cao H3 (10 – 12 m) và H4 (12 – 14 m), chiếm 59,7% tổng số cây trong lâm phần; ở tuổi 5 một số cá thể dịch chuyển dần lên cỡ đường kính và cỡ chiều cao lớn hơn, số cá thể tập trung ở cỡ đường kính D4 và D5 (12 – 14 cm), chiếm 62,7%; tương ứng cỡ chiều cao H4 và H5 (14 – 16 m), chiếm 62,0%; ở tuổi 6 số cá thể tập trung ở các cỡ đường kính D4, D5 và D6 (14 – 16 cm), chiếm 77,0%, tương ứng cỡ chiều cao H4, H5 và H6 (16 – 18 m), chiếm 71,3%; ở tuổi 7 số cá thể tập trung ở cỡ đường kính D5 và D6, chiếm 62,3%, tương ứng

cỡ chiều cao H5 và H6, chiếm 63,1%; ở tuổi 8, số cá thể tập trung ở cỡ đường kính D6 và D7 (16 – 18 cm), chiếm 66,7%, tương ứng cỡ chiều cao H6 và H7 (18 – 20 m), chiếm 64,9% tổng số cây trong lâm phần. Theo thời gian sự thay đổi về phân bố N/D và N/H của mỗi lâm phần Keo tai tượng có thể giải thích bởi: (1) đường kính, chiều cao cây cá thể Keo tai tượng luôn tăng theo tuổi, từ đó mỗi cây cá thể trong các lâm phần luôn có xu hướng dịch chuyển từ cỡ đường kính, chiều cao nhỏ lên cỡ lớn hơn theo thời gian; (2) một số cây cá thể Keo tai tượng bị mất đi do quá trình tỉa thưa (tự nhiên hoặc tác động của con người) [17]. Như vậy, số cá thể Keo tai tượng tập trung lớn nhất ở các cỡ đường kính D4, D5 và D6, chiếm 67,2%; tương ứng ở các cỡ chiều cao H4, H5 và H6, chiếm 66,3% tổng số cây trong lâm phần và giảm dần khi cỡ đường kính (và cỡ chiều cao) tăng lên hoặc cỡ đường kính (và chiều cao) giảm đi.



Hình 7. Quy luật phân bố N/D, N/H phù hợp nhất theo hàm phân phối Normal và Weibull cho các lâm phần Keo tai tượng từ 4 - 8 tuổi

Như vậy, để lựa chọn một hàm phân phối để mô phỏng quy luật phân bố N/D hoặc N/H cho các lâm phần Keo tai tượng cần dựa trên kết quả (i) kiểm định thống kê cho các biến độc lập ($D_{1.3}$, H_{VN}) theo luật phân phối chuẩn; (ii) tiêu chuẩn AIC càng thấp càng tốt, (iii) kết quả kiểm định giả thuyết phải có ý nghĩa thống kê thì việc lựa chọn 2 hàm phân phối Normal và Weibull để mô phỏng quy luật phân bố N/D và N/H cho các lâm phần Keo tai tượng giai đoạn 4 - 8 tuổi ở Tuyên Quang là phù hợp nhất.

4. KẾT LUẬN

Các chỉ tiêu sinh trưởng ($D_{1.3}$ và H_{VN}) bình quân lâm phần Keo tai tượng ở giai đoạn 4 - 8 tuổi

trông ở Tuyên Quang có xu hướng tăng khi tuổi lâm phần tăng. Số cá thể tập trung lớn nhất ở các cỡ đường kính D4, D5 và D6, chiếm 67,2%; tương ứng ở các cỡ chiều cao H4, H5 và H6, chiếm 66,3% tổng số cây trong lâm phần và giảm dần khi cỡ đường kính (và cỡ chiều cao) tăng lên hoặc cỡ đường kính (và chiều cao) giảm đi. Phân bố số cây theo đường kính và chiều cao các lâm phần Keo tai tượng được mô hình hóa bằng 2 hàm phân phối Normal hoặc Weibull là được ưu tiên hơn cả, tùy thuộc vào phân bố N/D hoặc N/H ở các độ tuổi lâm phần khác nhau. Trên cơ sở kết quả ở nghiên cứu này, các nhà quản lý, các chủ rừng xây dựng phương án quản lý và lập kế hoạch cho các biện

pháp kỹ thuật lâm sinh trong nuôi dưỡng rừng cũng như chuyển hóa rừng trồng gỗ nhỏ sang rừng trồng gỗ lớn cho các lâm phần Keo tai tượng nhằm nâng cao năng suất và hiệu quả kinh tế; góp phần phát triển nguồn nguyên liệu phục vụ chế biến và xuất khẩu.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Bộ Nông nghiệp và PTNT (2022). *Quyết định số 2860/QĐ-BNN-TCLN ngày 27/7/2022 công bố hiện trạng rừng toàn quốc năm 2021*.
2. Phạm Tiến Dũng, Đỗ Văn Bản, Phạm Quang Tuyến, Nguyễn Huy Hoàng, Bùi Hữu Thường, Lê Quốc Thành, Đoàn Trung Hiếu, Nguyễn Việt Cường, Trương Tất Đơ (2019). Xác định sản lượng gỗ thương phẩm của rừng trồng Keo tai tượng ở vùng Đông Bắc bộ. *Tạp chí Nông nghiệp và PTNT*, 5, 86 - 94.
3. 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 PTNT*, 10, 113 - 120.
4. 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.
5. 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.
6. 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.
7. 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.
8. 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. *Ecol Environ Conserv*, 18 (1), 19 - 23.
9. 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.
10. Altman, D. G., & Bland, J. M. (1995). Statistics notes: the normal distribution. *Bmj*, 310 (6975), 298.
11. Fryer, M. (1989). Lognormal Distributions: Theory and Applications. In: Wiley Online Library.
12. Thom, H. C. (1958). A note on the gamma distribution. *Monthly weather review*, 86 (4), 117 - 122.
13. Marshall, A. W., & Olkin, I. (1967). A multivariate exponential distribution. *Journal of the American Statistical Association*, 62 (317), 30 - 44.
14. Weibull, W. (1951). A statistical distribution function of wide applicability. *Journal of applied mechanics*, 18 (3), 293 - 297.
15. Nguyễn Văn Tuấn (2014). *Phân tích số liệu với R*. Nxb Tổng hợp thành phố Hồ Chí Minh.
16. R Core Team. (2016). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <http://www.R-project.org/>.

17. Vũ Tiến Hình (2012). *Điều tra rừng (Giáo trình dùng cho sau đại học)*. Nxb Nông nghiệp Hà Nội.

**MODELING FREQUENCY DISTRIBUTION OF DIAMETER, TREE HEIGHT
OF *Acacia mangium* STANDS IN THE TUYEN QUANG PROVINCE**

Le Duc Thang¹, Dao Thi Thu Ha², Huynh Van Chung³

¹ *Institute of Regional Research and Development, Ministry of Science and Technology*

² *Faculty of Agriculture, Forestry and Fishery of Tan Trao University*

³ *Kon Tum Community College*

Summary

The frequency distribution of stand diameter and height provides important information for the development of effective forest management options. This study's goal was to determine the Normal, Lognormal, Gamma, Exponential, and Weibull distributions were suitable for describing the diameter and height distributions of *Acacia mangium* tree stands at the age of 4 - 8 years old planted in Tuyen Quang. The results showed that the largest density of *Acacia mangium* individuals were in diameter sizes D4 (10 – 12 cm), D5 (12 – 14 cm) and D6 (14 – 16 cm), accounting for 67.2%; respectively, in height sizes H4 (12 – 14 m), H5 (14 – 16 m) and H6 (16 – 18 m), accounting for 66.3% of the total number of trees in the stand and the percentage decreasing as the diameter size (and the height size) increased or decreased. The Normal and Weibull distributions both have the best fit and efficiency to describe the diameter and height distribution of *A. mangium* stands planted in Tuyen Quang. The result is a basis for managers and forest owners to plan silvicultural measures in forest nourishment as well as convert small timber plantations into large timber plantations for *Acacia mangium* stands improve productivity and economic efficiency.

Keywords: *Acacia mangium*, *N/D*, *N/H*, *distribution function*, *Tuyen Quang*.

Người phản biện: TS. Cao Thị Thu Hiền

Ngày nhận bài: 12/4/2023

Ngày thông qua phản biện: 8/5/2023

Ngày duyệt đăng: 12/5/2023