

Mô hình phân bố đường kính và chiều cao của quần xã Cắm xe
(*Xylia xylocarpa* (Roxb.) Taub.) trong kiểu rừng kín thường xanh hơi ẩm
nhiệt đới tại Ban Quản lý rừng phòng hộ Tân Phú thuộc tỉnh Đồng Nai

Lê Văn Long¹, Lê Văn Cường^{1*}, Trần Thị Ngoan¹, Đào Thị Thùy Dương¹, Phùng Thị Tuyền²

¹Trường Đại học Lâm nghiệp - Phân hiệu Đồng Nai

²Trường Đại học Lâm nghiệp

Modeling diameter and height distributions of (*Xylia xylocarpa* (Roxb.) Taub.)
populations in tropical semi-evergreen closed forests
at Tan Phu Protection Forest Management Board, Dong Nai province

Le Van Long¹, Le Van Cuong^{1*}, Tran Thi Ngoan¹, Dao Thi Thuy Duong¹, Phung Thi Tuyen²

¹Vietnam National University of Forestry - Dong Nai Campus

²Vietnam National University of Forestry

*Corresponding author: lvcuong@vnuf2.edu.vn

<https://doi.org/10.55250/jo.vnuf.15.5.2026.032-042>

TÓM TẮT

Bài báo trình bày kết quả xây dựng các hàm ước lượng và dự đoán phân bố số cây theo cấp đường kính (N/D) và chiều cao (N/H) của quần xã Cắm xe trong kiểu rừng kín thường xanh hơi ẩm nhiệt đới tại Ban Quản lý rừng phòng hộ Tân Phú, tỉnh Đồng Nai. Mục tiêu nhằm xác định các hàm phù hợp để mô tả và dự đoán phân bố đường kính và chiều cao của quần xã. Số liệu được thu thập từ 5 ô tiêu chuẩn tạm thời, mỗi ô diện tích 0,25 ha. Kết quả cho thấy phân bố N/D có dạng giảm dần từ cấp đường kính nhỏ đến lớn và được mô tả tốt bằng hàm phân bố mũ tổng quát. Phân bố N/H có dạng một đỉnh lệch phải và phù hợp với hàm phân bố Burr (1942). Trong các quần xã, cây phân bố từ cấp $D \leq 10$ cm đến 52 cm và từ $H \leq 10$ m đến ≥ 30 m. Theo cấp đường kính, 45% số cây tập trung ở $D \leq 10$ cm, 50% ở $D = 16-40$ cm và 5% ở $D \geq 46$ cm. Theo cấp chiều cao, cây tập trung chủ yếu ở $H = 14-22$ m (65%), tiếp đến là $H < 14$ m (21%) và $H \geq 26$ m (14%). Sự xuất hiện của cây ở đầy đủ các cấp đường kính và chiều cao cho thấy quần thể Cắm xe có khả năng tái sinh liên tục. Kết quả nghiên cứu góp phần cung cấp cơ sở khoa học và các hàm phù hợp để ước lượng, dự đoán phân bố số cây theo cấp đường kính và chiều cao với độ tin cậy cao hơn.

ABSTRACT

The paper presented the results of developing estimation and prediction functions for tree number distributions by diameter classes (N/D) and height classes (N/H) of *Xylia xylocarpa* populations in tropical semi-moist evergreen forests at the Tan Phu Protection Forest Management Board, Dong Nai Province. The objective of the study was to identify suitable functions for estimating and predicting diameter and height distributions of *X. xylocarpa* populations. Data were collected from five temporary sample plots, each with an area of 0.25 ha. The results indicate that the N/D distribution of *X. xylocarpa* exhibits an inverted J-shaped pattern, decreasing from smaller to larger diameter classes. This distribution is best characterized by the generalized exponential function. Regarding the vertical structure, the N/H distribution follows a right-skewed unimodal curve, which is effectively modeled by the Burr (1942) distribution. Within the *X. xylocarpa* populations, trees were distributed across diameter classes from $D \leq 10$ cm to $D = 52$ cm and height classes from $H \leq 10$ m to $H \geq 30$ m. By diameter class, 45% of trees were concentrated in classes $D \leq 10$ cm, 50.0% in classes $D = 16-40$ cm, and 5.0% in classes $D \geq 46$ cm. By height class, trees were mainly concentrated in classes $H = 14-22$ m (65%), followed by $H < 14$ m (21%) and $H \geq 26$ m (14%). The presence of trees across a wide

Thông tin chung:

Ngày nhận bài: 02/02/2026

Ngày phản biện: 11/03/2026

Ngày quyết định đăng: 20/04/2026

Từ khóa:

Hàm phân bố chiều cao, hàm phân bố đường kính, phân bố đường kính và chiều cao, quần xã Cắm xe.

Keywords:

Diameter and height distribution, diameter distribution function, height distribution function, *X. xylocarpa* populations.

range of diameter and height classes, from small to large, indicates continuous regeneration of *X. xylocarpa* populations over time. The results from this study contribute to providing appropriate functions for estimating and predicting the number of trees distributed across diameter D and H classes of *X. xylocarpa* populations, with higher reliability.

1. MỞ ĐẦU

Rừng kín thường xanh hơi ẩm nhiệt đới (Rkn) là kiểu rừng đặc sắc ở miền Đông Nam Bộ [1]. Kiểu rừng này phân bố tập trung trên đất đỏ vàng phát triển từ đá phiến sét, đất đỏ nâu trên đá bazan, đất xám trên phù sa cổ và đất xám trên đá granit [1, 2]. Thành phần loài cây gỗ của kiểu Rkn này bao gồm nhiều loài cây gỗ khác nhau; trong đó các loài cây gỗ của họ Sao Dầu (Dipterocarpaceae) và họ Đậu (Fabaceae) thường chiếm ưu thế và đồng ưu thế [1, 2]. Kết cấu loài cây gỗ và cấu trúc của các quần xã thực vật (QXTV) là những đặc tính cơ bản của rừng [3]. Kiến thức về hai đặc tính này giúp ích cho xây dựng lý thuyết về rừng, các phương thức lâm sinh và quản lý rừng bền vững. Trước đây đã có nhiều nghiên cứu về đặc điểm lâm học của một số QXTV trong kiểu Rkn tại khu vực Tân Phú thuộc tỉnh Đồng Nai; trong đó tập trung chủ yếu vào những QXTV với ưu thế cây họ Sao Dầu (Dipterocarpaceae) [3-10]. Hiện nay khoa học và thực tiễn sản xuất vẫn còn thiếu những kiến thức về đặc điểm lâm học của các QXTV với ưu thế cây họ Đậu (Fabaceae) trong kiểu Rkn tại tỉnh Đồng Nai. Cắm xe (*Xylia xylocarpa* Roxb. Taub.) là loài cây gỗ lớn, gỗ quý thuộc nhóm II. Tuy nhiên, tại Ban Quản lý rừng phòng hộ (BQLRPH) Tân Phú thuộc tỉnh Đồng Nai, các dữ liệu khoa học hiện có về quần xã Cắm xe còn rất hạn chế. Lê Văn Long (2019) [8] đã phân tích đặc điểm kết cấu loài cây gỗ và cấu trúc của quần xã Cắm xe (QXCX), song nghiên cứu này mới chỉ mô tả phân bố số cây (N, cây/ha) theo các cấp đường kính (D, cm) và chiều cao (H, m) bằng hàm phân bố mũ biến đổi và hàm phân bố khoảng cách. Cách tiếp cận này vẫn còn hạn chế trong việc đánh giá độ chính xác của các hàm ước lượng phân bố N/D và N/H của QXCX, từ đó làm phát sinh những tranh luận về độ tin cậy của kết quả. Trên cơ sở đó, nghiên cứu này tiến hành xác định các hàm phân bố thích hợp để ước lượng và dự đoán phân bố N/D và N/H của

QXCX từ một số hàm dự tuyển khác nhau. Mục tiêu của nghiên cứu này là xác định hàm thích hợp để ước lượng và dự đoán phân bố N/D và phân bố N/H của các QXCX. Kết quả của nghiên cứu này cung cấp những hàm thích hợp để xác định số cây phân bố vào các cấp D và các cấp H của các QXCX với độ tin cậy cao hơn.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Đối tượng và địa điểm nghiên cứu

Đối tượng nghiên cứu là cấu trúc của quần xã Cắm xe trong kiểu Rkn. Địa điểm nghiên cứu được đặt tại BQLRPH Tân Phú thuộc tỉnh Đồng Nai. Thời gian nghiên cứu từ 2025-2026. Khu vực nghiên cứu có tọa độ địa lý từ $11^{\circ}02'32''$ đến $11^{\circ}19'00''$ vĩ độ Bắc và từ $107^{\circ}20'73''$ đến $107^{\circ}27'30''$ kinh độ Đông. Khu vực thuộc vùng khí hậu nhiệt đới gió mùa, với mùa mưa kéo dài từ tháng 5 đến cuối tháng 11 và mùa khô từ tháng 12 năm trước đến tháng 4 năm sau. Nhiệt độ không khí trung bình năm khoảng $25,0^{\circ}\text{C}$, lượng mưa trung bình năm đạt khoảng 2.100 mm, độ ẩm không khí trung bình khoảng 80%. Địa hình khu vực nghiên cứu có độ cao từ 80–120 m so với mực nước biển [4, 5].

2.2. Phương pháp thu thập số liệu

Số liệu về cấu trúc của QXCX được thu thập từ tài liệu gốc của Lê Văn Long (2019) [8]. Phân bố số cây theo các cấp D và các cấp H được thu thập từ 5 ô tiêu chuẩn tạm thời (OTC) với diện tích 0,25 ha. Trong các OTC, thu thập thành phần loài cây gỗ (S, loài), đường kính thân ngang ngực (D, cm ở vị trí 1,3 m kể từ mặt đất) và chiều cao vút ngọn (H, m) của các cây gỗ có $D \geq 6$ cm. Tên loài cây gỗ được xác định theo Phạm Hoàng Hộ (1999) [11], Trần Hợp và Nguyễn Bội Quỳnh (2003) [12]. Chu vi thân ngang ngực (CV, cm) được đo bằng thước dây với độ chính xác 0,1 cm; sau đó quy đổi ra D. Chỉ tiêu H (m) được đo bằng thước đo cao Blume - leise. Kết cấu loài cây gỗ của QXCX được tổng hợp ở Bảng 1.

Bảng 1. Kết cấu loài cây gỗ của quần xã Cắm xe

TT	Loài cây gỗ	N (cây/ha)	G (m ² /ha)	M (m ³ /ha)	Tỷ lệ			
					N%	G%	M%	IVI%
1	Cắm xe	63	4,45	53,45	9,9	19,9	22,3	17,4
2	Bằng lăng ổi	42	1,57	15,86	6,6	7,0	6,6	6,8
3	Cắm thị	50	1,35	12,34	7,9	6,0	5,2	6,3
4	Cây	36	1,37	15,15	5,6	6,1	6,3	6,0
5	Côm Đồng Nai	14	1,53	19,57	2,1	6,9	8,2	5,7
6	Chiêu liêu nước	46	0,99	9,29	7,2	4,4	3,9	5,2
7	Cò ke	48	0,98	8,78	7,5	4,4	3,7	5,2
	Cộng 7 loài	299	12,2	134,4	46,8	54,7	56,2	52,6
47	Loài khác	343	10,1	105,0	53,2	45,3	43,8	47,4
54	Tổng số	642	22,3	239,4	100	100	100	100

Nguồn: [8]

2.3. Phương pháp xử lý số liệu

*Phân tích cấu trúc của các quần xã Cắm xe

Để xác định phân bố N/D và phân bố N/H, hai chỉ tiêu D và H được phân chia thành các cấp; trong đó mỗi cấp D và cấp H tương ứng là 6 cm và 4 m. Cơ sở xác định cự ly này dựa trên phạm vi biến động của dữ liệu thực nghiệm (cấp D từ 10–64 cm, cấp H từ 10–30 m) nhằm đảm bảo mỗi cấp có đủ số lượng cá thể đại diện cho các phân tích thống kê, đồng thời phù hợp với quy luật phân hóa cấp cây gỗ trong rừng tự nhiên nhiệt đới theo các nghiên cứu lâm học phổ biến. Đặc trưng thống kê phân bố N/D và phân bố N/H của QXCX được tính toán bao gồm trung bình, sai tiêu chuẩn (SEE), phạm vi biến động (Max - Min), hệ số biến động (CV%), độ lệch (Sk) và độ nhọn (Ku). Mô hình phân bố N/D thích hợp được kiểm định theo 3 hàm: Mũ (Hàm 1); Mũ biến đổi (Hàm 2); (3) Mũ tổng quát (Hàm 3). Việc lựa chọn nhóm hàm này dựa trên dạng phân bố thực nghiệm giảm (hình chữ J ngược) của quần xã, vốn thường được mô tả tối ưu bởi các hàm lũy thừa số mũ. Mô hình phân bố N/H thích hợp được kiểm định theo 3 hàm: Weibull 2 tham số (Hàm 4); Burr (Hàm 5); Richards (Hàm 6). Đây là những hàm có tính linh hoạt cao, phù hợp để mô tả các dạng phân bố một đỉnh lệch thường gặp trong cấu trúc chiều cao của rừng kín thường xanh. Ở hàm 1÷3, m là số cây ở cấp D_{Min}, b là tỉ lệ suy giảm

số cây theo sự gia tăng cấp D, k là số cây ở cấp D_{Max}. Ở hàm 4, F(H) là xác suất tích lũy số cây theo cấp H, b là tỉ lệ gia tăng F(H) theo sự gia tăng cấp H, c là tham số hình dạng của đường cong F(H). Ở hàm 5, F(H) là xác suất tích lũy số cây theo cấp H, b và c là tham số hình dạng 1 và 2 của đường cong F(H). Ở hàm 6, F(H) là xác suất tích lũy số cây theo cấp H, q là tham số vị trí, p là tham số tỷ lệ và r là tham số hình dạng (p, q > 0; r < 0). Các tham số của 6 hàm này được xác định theo phương pháp hồi quy và tương quan phi tuyến tính của Marquardt. Mức độ phù hợp của 6 hàm này được đánh giá theo hệ số xác định (R²; công thức 7); tổng bình phương sai lệch (SSE; công thức 8); tổng bình phương sai lệch thực (SST; công thức 9); sai số ước lượng (SEE; công thức 10); sai số tuyệt đối (công thức 11) và sai số tuyệt đối trung bình theo phần trăm (MAPE; công thức 12). Ở công thức 8÷12, N_i và N_j tương ứng là số cây thực tế và ước lượng; N_{Bq} là số cây trung bình thực tế; n là số cấp D và cấp H; p là số tham số của hàm hồi quy. Mục đích của phân tích hồi quy là xác định hàm ước lượng số cây trong các cấp D và H với sai lệch nhỏ nhất. Theo mục đích này, mô hình phân bố N/D và N/H thích hợp nhất được chọn theo tiêu chuẩn SSE_{Min}. Các công cụ xử lý số liệu là phần mềm Excel 2019, IBM SPSS Statistics 26, STATGRAPHICS Centurion XV.1 15.1.02 và Primer 5.0.

Phân bố mũ [10]	$N = m \times \exp(-b \times D)$	(1)
Phân bố mũ biến đổi [10]	$N = m \times \exp(-b \times D) + k$	(2)
Phân bố mũ tổng quát [10]	$N = m \times D^{-b} \times \exp(-b \times D)$	(3)
Phân bố Weibull 2 tham số [10]	$F(H) = 1 - \exp(-b \times H)^c$	(4)
Phân bố Burr (1942) [13]	$F(H) = 1 - (1 + (H/a)^b)^{-c}$	(5)
Phân bố Richards (1980) [14]	$F(H) = 1 + \exp(-(H - q)/p))^{-r}$	(6)
Hệ số xác định	$R^2 = (1 - \frac{SSE}{SST}) \times 100$	(7)
Tổng bình phương sai lệch	$SSE = \sum_{i=1}^n (N_i - N_j)^2$	(8)
Tổng bình phương sai lệch thực	$SST = \sum_{i=1}^n (N_i - N_{Bq})^2$	(9)
Sai số ước lượng	$SEE = \sqrt{SSE/(n-p)}$	(10)
Sai số tuyệt đối	$MAE = N_i - N_j $	(11)
Sai số tuyệt đối theo phần trăm	$MAPE = (1/n) \times \frac{ N_j - N_i }{N_i} \times 100$	(12)

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Phân bố đường kính của các quần xã Cắm xe

Đặc trưng thống kê đường kính của 5 QXCX được tổng hợp ở Bảng 2 và Bảng 3. Kết quả cho thấy mật độ quần thụ trung bình đạt 642 cây/ha, dao động từ 572 cây/ha đến 688 cây/ha. Phân bố số cây theo cấp đường kính

(N/D) của cả 5 QXCX đều có dạng phân bố giảm, thể hiện rõ hình chữ “J” ngược. Đường kính trung bình của các QXCX đạt 18,1 cm, với biên độ cấp đường kính dao động từ 10 đến 64 cm và mức độ biến động rất lớn (CV = 59,6%). Đường cong phân bố N/D có dạng rất dốc (Sk >> 0) và nhọn (Ku >> 0).

Bảng 2. Phân bố N/D thực nghiệm của 5 QXCX

TT	Cấp D (cm)	Số cây (N/ha) của quần xã Cắm xe trên 5 OTC:					Bình quân
		[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	
1	≤10	288	320	312	260	272	290
2	16	136	112	152	124	196	144
3	22	88	76	100	72	56	78
4	28	68	56	48	28	48	50
5	34	32	40	40	36	28	35
6	40	28	20	12	32	8	20
7	46	12	12	12	8	4	10
8	52	8	8	4	4	4	6
9	58	8	4	4	4	4	5
10	≥64	4	4	4	4	4	4
Tổng số		672	652	688	572	624	642

Nguồn: [8]

Bảng 3. Đặc trưng thống kê đường kính của 5 QXCX

Diện tích OTC: 0,25 ha

OTC	N(cây)	D(cm)	Min	Max	±SEE	CV%	Sk	Ku
[1]	168	19,0	10	64	11,49	60,3	1,559	2,292
[2]	163	18,2	10	64	11,19	61,6	1,621	2,497
[3]	172	17,7	10	64	10,25	57,9	1,805	3,748
[4]	143	18,4	10	64	11,22	61,0	1,621	2,453
[5]	156	17,0	10	64	9,79	57,4	2,202	5,871
Bình quân	160	18,1	10	64	10,79	59,6	1,762	3,372

Kết quả phân tích hồi quy cho thấy, phân bố N/D bình quân của 5 QXCX được mô tả tốt bằng 3 hàm phân bố mũ, mũ biến đổi và mũ tổng

quát (Bảng 4). Trong ba hàm này, hàm mũ tổng quát có hệ số xác định cao nhất ($R^2 = 99,94\%$), trong khi hàm mũ có hệ số xác định thấp nhất

($R^2 = 99,50\%$). Sai lệch của mô hình đạt giá trị nhỏ nhất ở hàm mũ tổng quát ($SSE = 46$; $SEE = \pm 2,6$) và lớn nhất ở hàm mũ ($SSE = 369$; $SEE = \pm 6,8$). Hàm mũ tổng quát cho sai số hệ thống âm ($ME < 0$), trong khi hai hàm còn lại có sai số hệ thống dương. Sai số trung bình theo phần trăm (MAPE) cũng đạt giá trị thấp nhất ở hàm mũ tổng quát (11,0%) và cao nhất ở hàm mũ (28,7%). Theo tiêu chuẩn SSE_{Min} và SEE_{Min} , hàm mũ tổng quát được xác định là hàm phù hợp nhất để ước lượng phân bố N/D trung bình của

các QXCX. Kết quả phân tích hồi quy (Bảng 5 và Bảng 6) cũng cho thấy, hàm mũ tổng quát là hàm phù hợp để ước lượng phân bố N/D của các QXCX ở mật độ cao và mật độ thấp. Mô hình toán học mô tả phân bố N/D của QXCX tại ba cấp mật độ (trung bình, cao và thấp) được biểu diễn theo các hàm (13)-(15). Trên cơ sở thay thế các cấp đường kính vào các hàm (13)-(15), xác định được số cây phân bố theo các cấp đường kính khác nhau, kết quả được trình bày ở Bảng 7 và Hình 1.

Mật độ trung bình $N = 3401,98 \times D^{-0,84974} \times \exp(-0,05059 \times D)$ (13)
 Mật độ cao $N = 2469,1 \times D^{-0,627932} \times \exp(-0,062632 \times D)$ (14)
 Mật độ thấp $N = 5094,76 \times D^{-1,13736} \times \exp(-0,03558 \times D)$ (15)

Bảng 4. Sai lệch của ba hàm ước lượng phân bố N/D của QXCX

Số liệu bình quân chung của 5 QXCX

Tương quan và sai lệch	Hàm phân bố		
	Mũ	Mũ biến đổi	Mũ tổng quát
R^2	99,50	99,71	99,94
SSE	369	212	46
$\pm SEE$	6,8	5,5	2,6
MAE	5,36	4,09	1,60
MAPE	28,7	27,8	11,0
ME	2,31	0,00	-0,19
MPE	26,0	-17,0	-6,8
(SSE_i/SSE_{Min})	8,02	4,61	1,0

Bảng 5. Sai lệch của ba hàm ước lượng phân bố N/D của QXCX ở mật độ cao

Tương quan và sai lệch	Hàm phân bố		
	Mũ	Mũ biến đổi	Mũ tổng quát
R^2	99,38	99,44	99,962
SSE	540	487	328
$\pm SEE$	8,2	8,3	6,8
MAE	5,54	5,37	4,55
MAPE	23,0	26,7	25,9
ME	1,33	0,00	-0,47
MPE	12,9	-16,7	-16,2
(SSE_i/SSE_{Min})	1,65	1,48	1,0

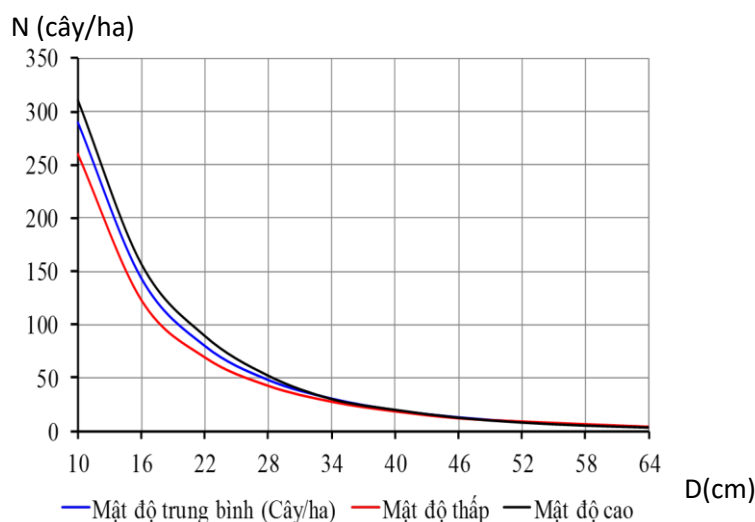
Bảng 6. Sai lệch của các hàm ước lượng phân bố N/D của QXCX ở mật độ thấp

Tương quan và sai lệch	Hàm phân bố		
	Mũ	Mũ biến đổi	Mũ tổng quát
R^2	98,33	98,79	99,10
SSE	978	708	526
$\pm SEE$	11,1	10,1	8,7
MAE	7,27	7,21	5,30
MAPE	35,3	59,1	38,0
ME	3,08	0,001	-0,18
MPE	26,5	-40,0	-24,0
(SSE_i/SSE_{Min})	1,86	1,35	1,0

Bảng 7. Phân bố N/D của QXCX theo 3 cấp mật độ

Ước lượng từ hàm 13÷15

Cấp D(cm)	Số cây theo 3 cấp mật độ (N, cây/ha)		
	Bình quân chung	Thấp nhất	Cao nhất
≤10	290	260	311
16	144	123	157
22	80	69	89
28	48	43	52
34	30	28	30
40	20	18	20
46	13	12	13
52	9	9	8
58	6	6	5
≥64	4	4	3
Tổng số	642	572	688



Hình 1. Đồ thị biểu diễn phân bố N/D của quần xã Cắm xe trong kiểu Rkn tại BQLRPH Tân Phú, tỉnh Đồng Nai

3.2. Phân bố chiều cao của các quần xã Cắm xe

Đặc trưng thống kê chiều cao của 5 QXCX được tổng hợp ở Bảng 8 và Bảng 9. Chiều cao trung bình của 5 QXCX là 17,5 m, biên độ cấp H dao động từ 10÷30 m và biến động khá lớn (CV = 33,0%). Đường cong phân bố N/H có dạng lệch phải ($Sk > 0$) và đỉnh tù ($Ku < 0$). Những phân tích hồi quy cho thấy phân bố N/H trung bình của 5 QXCX được mô tả tốt bằng hàm phân bố Weibull, Burr và Richards (Bảng 10, 11 và 12). Số liệu ở Bảng 10 cho thấy 3 hàm này đều phù hợp; trong đó hệ số xác định cao nhất

ở hàm Burr ($R^2 = 99,67\%$), thấp nhất ở hàm Richards ($R^2 = 99,62\%$). Sai lệch nhận giá trị thấp nhất ở hàm Burr (SSE = 0,00156; SEE = $\pm 0,0228$), lớn nhất ở hàm Richards (SSE = 0,00185; SEE = $\pm 0,02485$). Hàm Weibull nhận sai số hệ thống âm ($ME < 0$), còn 2 hàm khác nhận sai số hệ thống dương. Sai số trung bình theo phần trăm (MAPE) nhận giá trị thấp nhất ở hàm Richards (2,8%), cao nhất ở hàm Weibull (3,7%). Theo tiêu chuẩn SSE_{Min} và SEE_{Min} , hàm Burr là hàm phù hợp để ước lượng phân bố N/H của các QXCX.

Bảng 8. Phân bố N/H của 5 QXCX

TT	Cấp H (m)	Số cây (N/ha) của quần xã Cẩm xe trên 5 OTC					Bình quân
		[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	
1	≤10	140	136	112	104	112	121
2	14	184	160	208	156	196	181
3	18	140	144	140	104	144	134
4	22	112	104	112	112	80	104
5	26	60	72	80	60	68	68
6	≥30	36	36	36	36	24	34
Tổng số		672	652	688	572	624	642

Nguồn: [8]

Bảng 9. Đặc trưng thống kê chiều cao của 5 QXCX

Diện tích OTC: 0,25 ha

OTC	N(cây)	H(m)	Min	Max	±SEE	CV%	Sk	Ku
[1]	168	17,3	10	30	5,8	33,5	0,520	-0,610
[2]	163	17,5	10	30	5,9	33,7	0,437	-0,756
[3]	172	17,7	10	30	5,7	32,4	0,471	-0,715
[4]	143	17,8	10	30	5,9	33,2	0,402	-0,809
[5]	156	17,2	10	30	5,5	32,2	0,580	-0,497
Bình quân	160	17,5	10	30	5,8	33,0	0,482	-0,677

Bảng 10. Sai lệch của ba hàm ước lượng phân bố N/H của QXCX. Số liệu bình quân chung của 5 QXCX

Tương quan và sai lệch	Hàm phân bố		
	Weibull	Burr	Richards
R ²	99,64	99,67	99,62
SSE	0,00176	0,00156	0,00185
±SEE	0,02096	0,02280	0,02485
MAE	0,01400	0,01435	0,01633
MAPE	3,7	3,3	2,8
ME	-0,00074	0,00113	0,00372
MPE	-1,382	-0,841	0,008
(SSE_i/SSE_{Min})	1,13	1,00	1,19

Những phân tích hồi quy cho thấy hàm Richards và hàm Weibull 2 tham số tương ứng là hàm phù hợp để ước lượng phân bố N/H của các QXCX ở mật độ cao và mật độ thấp (Bảng 13 và 14). Mô hình toán học mô tả phân bố N/H của các QXCX ở 3 cấp mật độ trung bình, cao và thấp có dạng như hàm 16÷18. Khi thay thế cấp H vào 3 hàm 16÷18, xác định được xác suất tích lũy số cây theo các cấp H = 10÷30 m. Số cây ở

mỗi cấp H được xác định theo công thức $N_H = N \times [F_H(i+1) - F_H(i-1)]$; trong đó N (cây/ha) là mật độ của QXCX. Số liệu ở Bảng 13 và Hình 2 cho thấy đường cong phân bố N/H của các QXCX đều có dạng 1 đỉnh lệch phải; trong đó số cây tập trung nhiều nhất ở cấp H = 14÷22 m (65,0%), còn lại 21,0% ở cấp H ≤ 10 m và 14,0% ở cấp H ≥ 26 m. Hiện tượng này cũng xuất hiện ở các QXCX có mật độ cao và mật độ thấp.

Mật độ trung bình	$F(H) = 1 - (1 + (H/31,6737)^{2,86401})^{-6,40941}$	(16)
Mật độ cao	$F(H) = (1 + \exp(-(H - 6.32771)/4.71886))^{-4.59827}$	(17)
Mật độ thấp	$F(H) = 1 - \exp(-0.000537745 \times H^{2.62541})$	(18)

Bảng 11. Sai lệch của ba hàm ước lượng phân bố N/H của QXCX ở mật độ cao

Tương quan và sai lệch	Hàm phân bố		
	Weibull	Burr	Richards
R ²	99,34	99,43	99,44
SSE	0,00336	0,00288	0,00282
±SEE	0,02899	0,03101	0,03064
MAE	0,01825	0,02012	0,02082
MAPE	5,8	5,0	4,0
ME	-0,00171	0,00121	0,00351
MPE	-2,72	-1,58	-0,47
(SSE _i /SSE _{Min})	1,19	1,02	1,0

Bảng 12. Sai lệch của các hàm ước lượng phân bố N/H của QXCX ở mật độ thấp

Tương quan và sai lệch	Hàm phân bố		
	Weibull	Burr	Richards
R ²	99,57	99,57	99,36
SSE	0,00210	0,00212	0,00314
±SEE	0,02293	0,02660	0,03238
MAE	0,01537	0,01542	0,02009
MAPE	4,0	3,8	4,1
ME	0,00105	0,00143	0,00378
MPE	-1,03	-0,86	-0,36
(SSE _i /SSE _{Min})	1,00	1,01	1,50

Bảng 13. Phân bố N/H của QXCX theo ba cấp mật độ

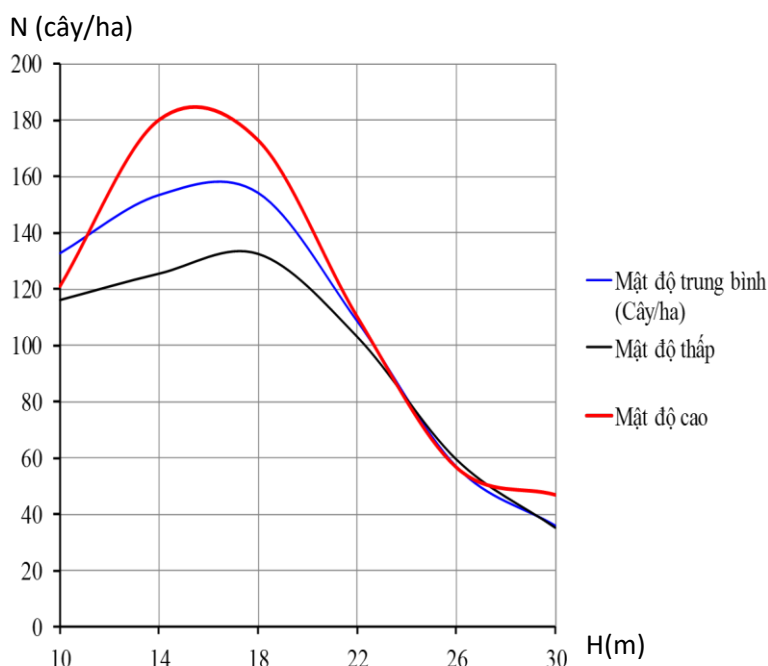
Ước lượng từ hàm 16÷18

Cấp H(m)	Số cây theo 3 cấp mật độ (N, cây/ha)		
	Trung bình	Thấp nhất	Cao nhất
≤10	133	116	121
14	153	126	180
18	154	133	173
22	109	103	110
26	57	59	57
≥30	36	35	47
Tổng số	642	572	688

3.3. Vai trò của quần thể Cắm xe trong cấu trúc của quần thụ

Trong các quần thụ, Cắm xe bắt gặp từ cấp D ≤ 10 cm đến cấp D = 52 cm (Bảng 14) và cấp H ≤ 10m đến cấp H ≥ 30 m (Bảng 15). Tỷ lệ số cây Cắm xe gia tăng từ cấp D = 10 cm (3,4%)

đến cấp D = 46 cm (46,8%); sau đó giảm đến cấp D = 52 cm (23,4%). Theo H của quần thụ, tỷ lệ số cây Cắm xe gia tăng từ cấp H = 10 m (8,3%) đến cấp H = 30 m (32,4%). Sự có mặt ở các cấp D và các cấp H từ nhỏ đến lớn chứng tỏ quần thể Cắm xe tái sinh liên tục theo thời gian.



Hình 2. Đồ thị biểu diễn phân bố N/H của quần xã Cắm xe trong kiểu Rkn tại BQLRPH Tân Phú, tỉnh Đồng Nai

Bảng 14. Tỷ lệ số cây Cắm xe trong các cấp D của QXCX

Cấp D(cm)	N/ha (Quần xã)	%	N/ha (Cắm xe)	%
≤10	290	100	10	3,4
16	144	100	8	5,6
22	80	100	10	12,5
28	48	100	10	20,8
34	30	100	10	32,9
40	20	100	7	35,8
46	13	100	6	46,8
52	9	100	2	23,4
58	6	100	-	-
≥64	4	100	-	-
Tổng số	642	100	63	9,9

Bảng 15. Tỷ lệ số cây Cắm xe trong các cấp H của QXCX

Cấp H(m)	N/ha (Quần xã)	%	N/ha (Cắm xe)	%
≤10	121	100	10	8,3
14	181	100	2	1,1
18	134	100	6	4,5
22	104	100	11	10,6
26	68	100	23	33,8
≥30	34	100	11	32,4
Tổng số	642	100	63	9,9

3.4. Thảo luận

Phân bố N/D của các QXCX có dạng phân bố giảm theo hình chữ “J” ngược từ cấp D nhỏ đến

cấp D lớn. Trong QXCX, khoảng 45% số cây phân bố ở cấp D ≤ 10 cm, 50,0% ở cấp D = 16 - 40 cm, còn lại 5,0% ở cấp D ≥ 46 cm. Phân bố

N/H của các QXCX có dạng phân bố một đỉnh lệch phải; trong đó số cây tập trung nhiều nhất ở cấp H = 14-22 m. Vì thế, tầng ưu thế sinh thái xuất hiện ở lớp H = 14-22 m. Trong các QXCX, Cắm xe bắt gặp từ cấp D ≤ 10 cm đến cấp D = 52 cm và cấp H ≤ 10 m đến cấp H ≥ 30 m. Sự có mặt ở các cấp D và các cấp H từ nhỏ đến lớn chứng tỏ quần thể Cắm xe tái sinh liên tục theo thời gian. Đây là điều kiện tốt để áp dụng phương thức khai thác chọn – tái sinh tự nhiên và bảo tồn quần thể Cắm xe. Sở dĩ các QXCX có nhiều cây ở cấp D ≤ 20 cm là vì chúng được phục hồi lại thông qua tái sinh tự nhiên liên tục

sau khi khai thác chọn vào thập niên 1980-1990. Nghiên cứu này cho thấy sử dụng hàm phân bố mũ biến đổi để mô tả phân bố N/D của các QXCX nhận sai lệch (SSE = 212) lớn hơn 4,6 lần so với hàm mũ tổng quát (SSE = 46) (Bảng 4). Tương tự, sử dụng hàm phân bố khoảng cách để mô tả phân bố N/H của các QXCX nhận sai lệch (SSE = 4.734) lớn hơn 3,3 lần so với hàm phân bố Burr (SSE = 1.453) (Bảng 16). Vì thế, nghiên cứu này đề xuất sử dụng các hàm 13÷15 và 16÷18 để ước lượng số cây trong các cấp D và cấp H của các quần xã Cắm xe.

Bảng 16. So sánh phân bố N/H của các QXCX được ước lượng theo phân bố Burr và phân bố khoảng cách

Cấp H	N (Thực)	Số cây ước lượng theo phân bố (N, cây/ha)			
		Burr	SSE	Khoảng cách ^(*)	SSE
10	121	133	139	126	25
14	181	153	757	238	3249
18	134	154	410	134	0
22	104	109	21	76	784
26	68	57	122	44	576
30	34	36	4	24	100
Tổng số	642	642	1.453	642	4.734

Ghi chú: (*) Nguồn: [8]

4. KẾT LUẬN

Rừng kín thường xanh hơi ẩm nhiệt đới tại Ban Quản lý rừng phòng hộ Tân Phú, tỉnh Đồng Nai là một hệ sinh thái rừng có giá trị sinh thái cao. Trong kiểu rừng này, Cắm xe là loài cây gỗ ưu thế sinh thái, trong khi Bằng lăng ổi là loài cây gỗ đồng ưu thế. Phân bố N/D của các QXCX đều có dạng phân bố giảm từ cấp D nhỏ đến cấp D lớn; trong đó 45% số cây tập trung ở cấp D ≤ 10 cm, 50,0% ở các cấp D = 16–40 cm và 5,0% ở các cấp D ≥ 46 cm. Phân bố N/H của các QXCX đều có dạng phân bố một đỉnh lệch phải; với số cây tập trung nhiều nhất ở các cấp H = 14–22 m; đây cũng là tầng ưu thế sinh thái của quần xã. Tầng ưu thế sinh thái xuất hiện ở lớp H = 14-22 m. Trong các quần thụ, Cắm xe phân bố từ cấp D ≤ 10 cm đến D = 52 cm và từ cấp H ≤ 10 m đến H ≥ 30 m. Sự hiện diện của cây ở các

cấp đường kính và chiều cao từ nhỏ đến lớn cho thấy quần thể Cắm xe có khả năng tái sinh liên tục theo thời gian. Trên cơ sở các kết quả nghiên cứu, nhóm tác giả kiến nghị Ban Quản lý rừng phòng hộ Tân Phú có thể sử dụng các hàm phân bố đã xác định để xây dựng và áp dụng các biện pháp lâm sinh, quản lý rừng và bảo tồn đa dạng loài cây gỗ một cách hiệu quả.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Thái Văn Trùng (1999). Những hệ sinh thái rừng nhiệt đới ở Việt Nam. NXB Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội.
- [2]. Nguyễn Văn Thêm (1992). Nghiên cứu tái sinh tự nhiên của cây Dầu song nàng (*Dipterocarpus dyeri*) trong kiểu rừng kín thường xanh và nửa rụng lá ẩm nhiệt đới ở Đồng Nai. Tóm tắt luận án Tiến sĩ chuyên ngành lâm học. Viện khoa học lâm nghiệp Việt Nam.
- [3]. Nguyễn Văn Thêm & Phạm Minh Toại (2024). Sinh thái rừng. NXB Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội.
- [4]. Đào Thị Thùy Dương (2017). Ảnh hưởng của những đặc tính ở tầng đất mặt đến tái sinh tự nhiên của

Dầu con rái (*Dipterocarpus alatus* Roxb) trong rừng kín thường xanh ẩm nhiệt đới ở khu vực Tân Phú thuộc tỉnh Đồng Nai. Tạp chí Khoa học và Công nghệ Lâm nghiệp. 6: 25-32.

[5]. Lê Văn Long, Nguyễn Minh Thanh, Lê Văn Cường & Lê Bá Toàn (2017). Một số đặc điểm lâm học của ưu hợp Dầu song nàng (*Dipterocarpus dyeri*) thuộc rừng kín thường xanh mưa ẩm nhiệt đới tại Ban quản lý rừng phòng hộ Tân Phú, tỉnh Đồng Nai. Tạp chí Khoa học và Công nghệ Lâm nghiệp. 6: 42-50.

[6]. Lê Hồng Việt, Nguyễn Hồng Hải, Trần Quang Bảo, Nguyễn Văn Tín & Lê Ngọc Hoàn (2020). Đặc điểm tái sinh tự nhiên của Sến mủ (*Shorea roxburghii* G. Don) dưới tán rừng kín thường xanh ẩm nhiệt đới ở khu vực Tân Phú thuộc tỉnh Đồng Nai. Tạp chí Khoa học và Công nghệ Lâm nghiệp. 1: 72-83.

[7]. Lê Hồng Việt, Nguyễn Văn Thèm & Phạm Minh Toại (2022). Hàm ước lượng tỷ lệ cây họ Sao Dầu (*Dipterocarpaceae*) trong rừng kín thường xanh ẩm nhiệt đới ở khu vực Tân Phú thuộc tỉnh Đồng Nai. Tạp chí Khoa học và Công nghệ Lâm nghiệp. 2: 32-40.
DOI: 10.55250/jo.vnuf.2022.2.032-040

[8]. Lê Văn Long (2019). Đặc điểm lâm học của những loại hình quần xã thực vật thuộc kiểu rừng kín thường xanh ẩm nhiệt đới ở khu vực Tân Phú, tỉnh Đồng Nai. Luận án tiến sĩ Lâm nghiệp. Trường Đại học Nông

Lâm Thành phố Hồ Chí Minh.

[9]. Tiến sĩ Lê Văn Long, Nguyễn Văn Thèm, Lê Hồng Việt, Đào Thị Thùy Dương, Lê Văn Cường & Dương Văn Nam (2024). Sự kết nhóm sinh thái giữa một số loài cây gỗ trong rừng kín thường xanh hơi ẩm nhiệt đới ở khu vực Tân Phú, tỉnh Đồng Nai. Tạp chí Khoa học và Công nghệ Lâm nghiệp. 13(6): 048-059.

DOI: 10.55250/Jo.vnuf.13.6.2024.048-059

[10]. Nguyễn Văn Thèm, Lê Hồng Việt, Nguyễn Văn Quý & Ngô Thị Thu Thủy (2026). Những mô hình phân bố đường kính và chiều cao của rừng kín thường xanh hơi ẩm nhiệt đới ở khu vực Tân Phú thuộc tỉnh Đồng Nai. Tạp chí Khoa học và Công nghệ Lâm nghiệp. 15(1): 080-088.
DOI: 10.55250/Jo.vnuf.15.1.2026.080-088

[11]. Phạm Hoàng Hộ (1999). Cây cỏ Việt Nam quyển 1, 2 và 3. NXB Trẻ Thành phố Hồ Chí Minh.

[12]. Trần Hợp & Nguyễn Bội Quỳnh (2003). Cây gỗ kinh tế ở Việt Nam. NXB Nông nghiệp, Hà Nội.

[13]. I. Burr, I.W. (1942) Cumulative Frequency Functions. The Annals of Mathematical Statistics. 13: 215-232.

[14]. Duan Ai-guo, Zhang Jian-guo & Tong Shu-zhen (2006). Application of R-distribution to model cumulative distribution of basal area of stands in Chinese fir plantations. Journal of Beijing Forestry University. 28(3): 86-94.