

ĐẶC ĐIỂM CẤU TRÚC VÀ SINH TRƯỞNG RỪNG TRỒNG KEO LƯỠI LIỀM (*Acacia crassicaarpa* A.Cunn. ex Benth.) TẠI TỈNH BÌNH THUẬN

Nguyễn Văn Việt¹, Phan Thị Thanh Thủy¹, Lê Châu Thành²

¹Phân hiệu Trường Đại học Lâm nghiệp tại Đồng Nai;

²Ban quản lý rừng phòng hộ Lê Hồng Phong, tỉnh Bình Thuận.

*Tác giả liên hệ: ngvanviet@yahoo.com

Nhận bài: 06/01/2020 Hoàn thành phản biện: 03/04/2020 Chấp nhận bài: 09/04/2020

TÓM TẮT

Trong những năm gần đây, Keo lười liềm được đưa vào trồng trên các vùng cát ven biển tại Bình Thuận nhằm hạn chế tình trạng sa mạc hóa, duy trì nguồn nước ổn định, chặn đứng nạn cát bay, cát nhảy ở vùng này và thực tế cho thấy loài cây này đã sinh trưởng và phát triển tốt. Bài viết này công bố những kết quả nghiên cứu về cấu trúc và sinh trưởng của rừng trồng keo lười liềm tại Bình Thuận. Nghiên cứu áp dụng phương pháp lập 60 ô tiêu chuẩn (otc) điển hình trên đối tượng rừng trồng keo lười liềm tại Bình Thuận. Kết quả nghiên cứu cho thấy, phân bố số cây theo cỡ đường kính ngang ngực và đường kính tán có dạng một đỉnh lệch trái trong khi đó phân bố số cây theo chiều cao có dạng đỉnh lệch phải và được mô phỏng tốt bằng hàm Weibull. Quá trình sinh trưởng về đường kính thân ($D_{1,3}$), chiều cao (H_{VN}), đường kính tán (D_t), thể tích (V) và trữ lượng (M) được mô tả rất tốt bằng hàm Schumacher. Các phương trình sinh trưởng như sau:

$$D_{1,3}=98,608.e^{-4,50158/A^{0,45}}, H_{VN}=22,491.e^{-3,05/A^{0,8}}, D_t=9,27.e^{-1,7204/A^{0,4}}, \\ V=2,17.e^{-9,8024/A^{0,6}}, M=2093.e^{-9,088/A^{0,6}}$$

Từ khóa: Cấu trúc, Bình Thuận, Keo lười liềm, Sinh trưởng

STUDY ON STRUCTURE AND GROWTH OF *Acacia crassicaarpa* A. Cunn.ex Benth. PLANTATION IN BINH THUAN PROVINCE

Nguyen Van Viet¹, Phan Thi Thanh Thuy¹, Le Chau Thanh²

¹Vietnam National University of Forestry, Dongnai Campus;

²Le Hong Phong Protective Forest Board, Binh Thuan Province.

ABSTRACT

In recent years, *Acacia crassicaarpa* A. Cunn.ex Benth. has been planted in the coastal sandy areas of Binh Thuan province to prevent desertification, maintain the water source, stop the flying sand, giving good results. The research results of the study presented the growth and the growth rate of the forest plantation of *Acacia crassicaarpa* A. Cunn.ex Benth. We set up 60 particularly random sample plots on the *Acacia crassicaarpa* plantation. The results showed that the distribution of diameter at breast height (N%/D_{1.3}) and crown diameter (N%/D_t) were left skewed peak distributions while the distribution of tree height (N%/H_{VN}) was a right skewed peak distribution and were well-simulated by Weibull distribution. The growth of *Acacia crassicaarpa* plantation was modeled by Schumacher function, growth function as follows:

$$D_{1,3}=98,608.e^{-4,50158/A^{0,45}}, H_{VN}=22,491.e^{-3,05/A^{0,8}}, D_t=9,27.e^{-1,7204/A^{0,4}}, \\ V=2,17.e^{-9,8024/A^{0,6}}, M=2093.e^{-9,088/A^{0,6}}$$

Keywords: *Acacia crassicaarpa*, Binh Thuan, Growth, Structure

1. MỞ ĐẦU

Keo lười liềm (*Acacia crassicaarpa* A. Cunn.ex Benth.) hay còn gọi là keo lá liềm, keo lười mác có nguồn gốc từ Australia, Papua New Guinea và Indonesia. Đây là loài cây gỗ nhỏ đến trung bình, chiều cao khoảng 25m và đường kính lớn nhất có thể đến 50 - 60cm với thân tương đối thẳng và tán lá nhiều cành nhánh. Là loài cây đa tác dụng và có khả năng sinh trưởng nhanh, là cây chịu lửa, chịu gió, cát, cạnh tranh được với cỏ dại, sinh trưởng được trên đất nghèo dinh dưỡng (Harwood và cs., 1993) và được gây trồng rộng rãi ở nhiều nước (Turnbull và cs., 1998). Gỗ keo lười liềm được sử dụng tốt trong chế biến đồ gia dụng, gỗ dăm giấy hoặc ván sợi ép. Ngoài ra, keo lười liềm là loài cây có khả năng sinh trưởng tốt trong môi trường đất cát nghèo dinh dưỡng, hơi chua, có thể chịu được úng ngập trong một thời gian nhất định, có khả năng cải tạo đất và chống chịu với gió mạnh (Nguyễn Thị Liệu, 2017). Tại Bình Thuận, keo lười liềm được đưa vào trồng trên các vùng cát ven biển nhằm nhằm hạn chế tình trạng sa mạc hóa, duy trì nguồn nước ổn định, chặn đứng nạn cát bay, cát nhảy ở vùng này. Thực tế cho thấy loài keo lười liềm sinh trưởng và phát triển tốt khi được trồng trên vùng đất cát ven biển này. Để có cơ sở khoa học cũng như thực tiễn khi đề xuất các biện pháp kỹ thuật lâm sinh và trồng rừng, việc nghiên cứu cấu trúc và sinh trưởng của rừng trồng keo lười liềm (*Acacia crassicaarpa* A.Cunn. ex Benth.) là hết sức cần thiết.

2. NỘI DUNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Nội dung nghiên cứu

- Nghiên cứu một số đặc điểm cấu trúc của rừng thông qua nghiên cứu quy luật phân bố số cây theo các nhân tố sinh trưởng.

- Nghiên cứu sinh trưởng về đường kính thân ($D_{1,3}$), chiều cao (H_{vn}), đường kính tán (D_t), thể tích (V) và trữ lượng (M).

2.2. Phương pháp nghiên cứu

- Kế thừa tài liệu hiện có liên quan đến đối tượng nghiên cứu

- Phương pháp thu thập số liệu ngoài hiện trường:

+ Trên khu vực nghiên cứu lập 60 ô tiêu chuẩn (OTC) tạm thời trên đối tượng nghiên cứu là rừng trồng keo lười liềm từ 2 – 7 tuổi, số lượng OTC được lập trên mỗi tuổi thấp nhất là 3 OTC, cao nhất là 15 OTC, kích thước mỗi ô là 500m² (20m x 25m). Trong các OTC này, tiến hành đo đếm các chỉ tiêu chiều cao vút ngọn (H_{vn}), chiều cao dưới cành (H_{dc}), đường kính ngang ngực ($d_{1,3}$) và đường kính tán (d_t). Đã tiến hành giải tích thân cây cho 18 cây tiêu chuẩn.

+ *Phương pháp xác định cây giải tích*: Trong các ô tiêu chuẩn tạm thời của mỗi cấp tuổi, đo đếm tất cả các chỉ tiêu sinh trưởng của cây ($D_{1,3}$, H_{vn} , D_t ,...), sau đó chia làm phần thành 3 cấp kính có số cây bằng nhau, từ đó xác định cây tiêu chuẩn bình quân tương ứng với mỗi cấp kính.

+ *Phương pháp giải tích*: chặt hạ cây được chọn, đo lại H_{vn} , H_{dc} , $d_{1,3}$, cắt thân cây theo phân đoạn 1m đến mét lẻ cuối cùng, đo đường kính ở giữa phân đoạn của từng đoạn.

- *Phương pháp xử lý số liệu*:

Xử lý số liệu theo phương pháp thống kê sinh học có sự trợ giúp của các phần mềm chuyên dụng là EXCEL 2010 và Statgraphics XV (Nguyễn Văn Thêm, 2004).

+ Cấu trúc rừng được xác định thông qua phân bố số cây theo cấp đường kính ngang ngực ($N/D_{1,3}$), cấp chiều cao (N/H_{vn}) và cấp đường kính tán (N/D_t). Sử dụng các hàm phân bố lý thuyết (hàm Meyer, hàm khoảng cách, hàm Weibull, hàm phân bố chuẩn) để mô phỏng phân bố $N/D_{1,3}$, N/H_{vn} và N/D_t ;

+ *Phương pháp xác định các chỉ tiêu sinh trưởng*: Tính thể tích thân cây giải tích ($V_{cây}$) và thể tích các tuổi bên trong (dựa vào

đường kính đo được ở các thớt giải tích) bằng công thức kép tiết diện giữa, theo phương pháp chia cây thành các đoạn có độ dài tuyệt đối bằng nhau (với phân đoạn 1m) (Vũ Tiến Hình và Phạm Ngọc Giao, 1997). Tính lượng tăng trưởng thường xuyên hằng năm (Zy) và tăng trưởng bình quân chung (Δy) theo công thức: $Zy = y_a - y_{a-1}$ và $\Delta y = y_{(a)}/A$ (với y_a, y_{a-1} là giá trị của nhân tố điều tra y tại tuổi a và a-1).

- Công thức kép tiết diện bình quân:

$$V_{\text{cây}} = \frac{\pi}{4} \left(\frac{d_0^2 + d_n^2}{2} + d_2^2 + \dots + d_{n-2}^2 \right) l + \frac{1}{3} \frac{\pi}{4} d_n^2 l_n \quad (1)$$

- $g_{1.3}$ được tính bằng công thức $g_{1.3} = \pi/4 * d_{1.3}^2 \quad (2)$

- $V_{\text{cây}}$ được tính bằng công thức $V_c = \pi/4 * d_{1.3}^2 * h * f_{1.3} \quad (3)$

- $f_{1.3}$ được xác định qua từ cây giải tích

$$f_{1.3} = V_{\text{cây}}/V_{\text{trụ}} \quad (4) \quad \text{với} \quad V_{\text{trụ}} = \pi/4 * d_{1.3}^2 * h \quad (5)$$

+ *Xác định quá trình sinh trưởng $D_{1.3}, H_{vn}, D_t, V$ và M :* Trước hết, từ số liệu về $D_{1.3}$ (cm), H_{vn} (m), D_t (m), V (m^3), V (m^3/ha) tương ứng với tuổi (A, năm), xây dựng mô hình sinh trưởng $D_{1.3}, H_{vn}, D_t, V, M$ bằng hai hàm sinh trưởng Gompertz và hàm Schumacher có dạng:

Hàm Gompertz có dạng:

$$Y = m.e^{-b.e^{-cA}} \quad (6)$$

Hàm Schumacher có dạng:

$$Y = m.e^{\frac{-b}{A^c}} \quad (7)$$

Trong đó:

- Y là biến số $D_{1.3}, H_{vn}, D_t, V$ và M;

- A là tuổi cây;

- e là cơ số của lôgarit tự nhiên ($e = 2,7182$).

Sau cùng, giải tích các mô hình biểu thị quan hệ giữa ($D_{1.3}-A$), ($H_{vn}-A$), (D_t-A), ($V-A$) và ($M-A$) để làm rõ quá trình sinh trưởng và tăng trưởng $D_{1.3}, H_{vn}, D_t, V$ và M của lâm phần theo tuổi.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Đặc điểm cấu trúc và sinh trưởng đường kính

3.1.1. Một số đặc điểm cấu trúc về đường kính

Kết quả điều tra tính toán các đặc trưng thống kê về đường kính của rừng trồng Keo lười liềm tại khu vực nghiên cứu được trình bày ở Bảng 1.

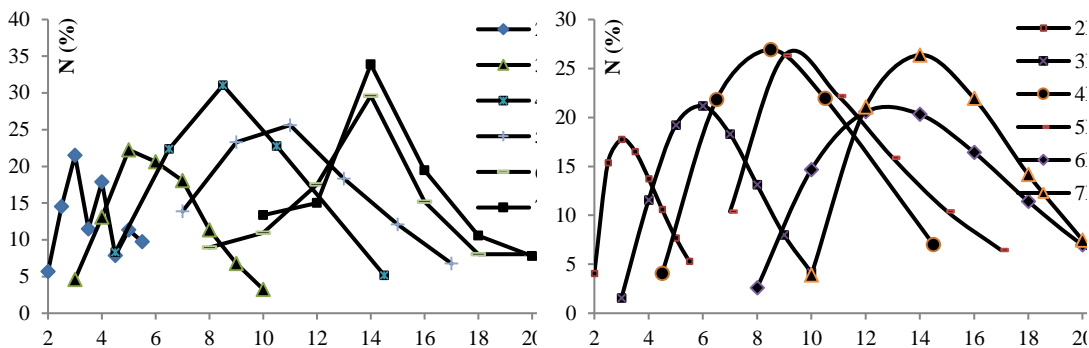
Bảng 1. Các đặc trưng thống kê về đường kính

Tuổi	Số OTC	N (Cây/ha)	$D_{1.3 \min}$ (cm)	$D_{1.3 \text{ bq}}$ (cm)	$D_{1.3 \max}$ (cm)	R	$\pm S$	$\pm S_x$	Sk	Ex	Cv (%)
2	9	1.529	1,6	3,7	9,5	8,0	1,07	0,04	0,79	0,95	28,8
3	15	1.396	1,9	6,1	12,1	10,2	1,70	0,05	0,24	-0,14	27,7
4	15	1.369	2,9	8,9	17,5	14,6	2,59	0,08	0,48	0,13	29,1
5	9	1.249	4,5	11,3	21,6	17,2	2,99	0,13	0,50	0,19	26,5
6	9	1.216	4,8	13,8	24,2	19,4	3,49	0,15	-0,04	-0,13	25,2
7	3	1.200	7,6	14,5	22,9	15,3	3,03	0,23	0,37	-0,03	20,8

N: mật độ; $D_{1.3 \min}$: đường kính nhỏ nhất; $D_{1.3 \text{ bq}}$: đường kính bình quân; $D_{1.3 \max}$: đường kính lớn nhất; R: biên độ biến động; S: độ lệch chuẩn; S_x : sai số chuẩn; Sk: độ lệch phân bố; Ex: độ nhọn phân bố; Cv: hệ số biến động

Bảng 1 cho thấy các đặc trưng của các lâm phần Keo lười liềm ở các tuổi. Đường kính trung bình ($D_{1.3 \text{ bq}}$) từ 3,7 cm (tuổi 2) đến 14,5 cm (tuổi 7). Độ lệch chuẩn (S) thấp nhất (1,07) ở tuổi 2 và cao nhất (3,49) ở tuổi 6. Hệ số biến động (Cv%) lớn,

cao nhất là 29,1 % (tuổi 4), thấp nhất là 20,8 % (tuổi 7). Biên độ biến động (R) cao nhất là ở lâm phần 6 tuổi (19,4 cm) và thấp nhất là ở lâm phần 2 tuổi (8,0 cm). Độ lệch phân bố (Sk) phần lớn có xu hướng lệch trái (Sk > 0). Điều này chứng tỏ các lâm phần còn non và đang trong giai đoạn phát triển.



Hình 1. Phân bố thực nghiệm và lý thuyết tỷ lệ % số cây theo D_{1,3} (N%/D_{1,3}) ở các tuổi

Kết quả từ Hình 1 cho thấy, đường biểu diễn tỷ lệ % số cây theo D_{1,3} ở các tuổi khác nhau phần lớn là có một đỉnh lệch trái (ghi chú: 2N%_tt, 2N%_lt ký hiệu cho đường phân bố thực nghiệm và lý thuyết tại tuổi 2). Kết quả mô hình hoá phân bố tỷ lệ % số cây theo D_{1,3} được thể hiện tốt bằng hàm Weibull với các hệ số λ và α như sau: ở tuổi 2, λ = 0,333, α = 1,5; ở tuổi 3, λ = 0,06, α = 2,0; ở tuổi 4, λ = 0,04, α = 1,8; ở tuổi 5, λ = 0,11, α = 1,3; ở tuổi 6, λ = 0,026, α = 1,8; ở tuổi 7, λ = 0,04, α = 1,8. Dựa vào chỉ số α biểu thị cho độ lệch của phân bố cho thấy, động thái biến động về sinh trưởng đường kính của rừng trồng keo lười liềm tại khu vực nghiên cứu biến động và thay đổi không theo quy luật nhất định.

3.1.2. Mô tả sinh trưởng đường kính

Từ số liệu về đường kính (D_{1,3}) của cây giải tích kết hợp với đường kính bình quân của các ô tiêu chuẩn, sau khi thử nghiệm một số phương trình, chúng tôi tiến hành thiết lập phương trình toán học biểu thị quy luật tương quan giữa đường kính (D_{1,3})

với tuổi (A) bằng phương trình Schumacher: $Y = m.e^{-b/A^c}$. Hay $\ln(y) = \ln(m) - b/A^c$ để biểu thị tương quan giữa đường kính với tuổi và kết quả như sau.

$$\ln(D_{1,3}) = 4,59115 - 4,50158/A^{0,45}$$

với r = 0,998 hay

$$D_{1,3} = 98,608.e^{-4,50158/A^{0,45}} \tag{8}$$

Bằng cách giải tích phương trình (8) ta có lượng tăng trưởng thường xuyên hằng năm (ZD, cm/năm) và lượng tăng trưởng trung bình chung (ΔD, cm/năm) như sau.

$$ZD_{1,3} = 199,75.A^{-1,45}.e^{-4,50158/A^{0,45}} \tag{9}$$

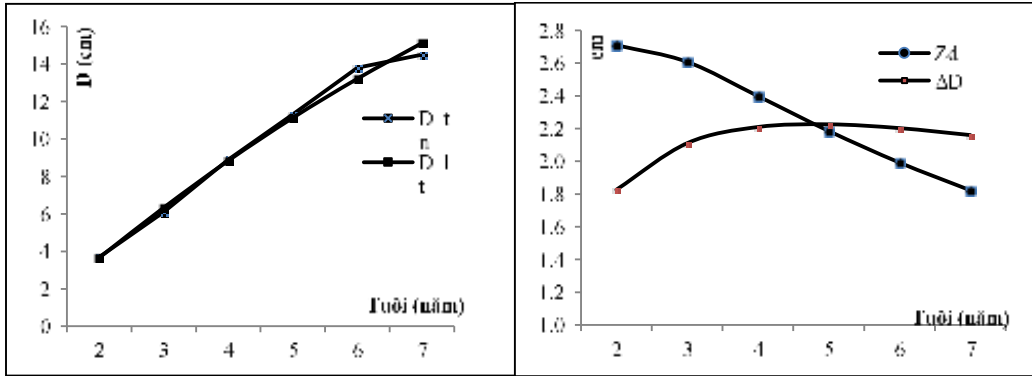
Và

$$\Delta D_{1,3} = \frac{98,608.e^{-4,50158/A^{0,45}}}{A} \tag{10}$$

Các kết quả về đường kính thực nghiệm (D_{1,3_tn}), đường kính lý thuyết (D_{1,3_lt}), tăng trưởng bình quân chung về đường kính (ΔD) và tăng trưởng hằng năm về đường kính (ZD) theo tuổi được trình bày ở Bảng 2 và Hình 2.

Bảng 2. Sinh trưởng đường kính

Tuổi (A), (năm)	2	3	4	5	6	7
D _{1,3_tn} (cm)	3,7	6,1	8,9	11,3	13,8	14,5
D _{1,3_lt} (cm)	3,65	6,33	8,84	11,13	13,21	15,12
ZD _{1,3} (cm/năm)	2,71	2,61	2,40	2,18	1,99	1,82
ΔD _{1,3} (cm/năm)	1,83	2,11	2,21	2,23	2,20	2,16



Hình 2. Sinh trưởng và tăng trưởng về đường kính

Kết quả được trình bày ở phương trình (8), Bảng 2 và Hình 2 cho thấy giữa đường lý thuyết và đường thực nghiệm bám tương đối sát nhau, với hệ số tương quan rất chặt chẽ ($r > 0,99$). Từ đường cong của phương trình cho thấy sinh trưởng về đường kính của rừng trồng keo lười liềm tại Bình Thuận tăng đều theo tuổi, sinh trưởng về đường kính không có sự khác biệt nhiều giữa các tuổi. Nhìn vào xu hướng phát triển của đường cong phương trình cho thấy sinh trưởng về đường kính của rừng trồng keo lười liềm tại Bình Thuận sẽ tiếp tục tăng ở những tuổi tiếp theo, tuy nhiên do các giá trị về tăng trưởng thường xuyên hằng năm (Z_d) và tăng trưởng bình quân chung (ΔD) đều

giảm nên tốc độ tăng trưởng về đường kính sẽ giảm trong các năm tiếp theo. Nhìn vào đồ thị tại hình 2 ta có thể dự đoán, tuổi thành thực số lượng về sinh trưởng đường kính của rừng trồng keo lười liềm ở giai đoạn khoảng 5 tuổi với lượng tăng trưởng bình quân chung đạt giá trị tối đa $\Delta D = 2,23$ cm/năm.

3.2. Đặc điểm cấu trúc và sinh trưởng chiều cao

3.2.1. Đặc điểm cấu trúc chiều cao

Kết quả điều tra tính toán các đặc trưng thống kê của chiều cao vút ngọn của rừng trồng Keo lười liềm được trình bày ở Bảng 3.

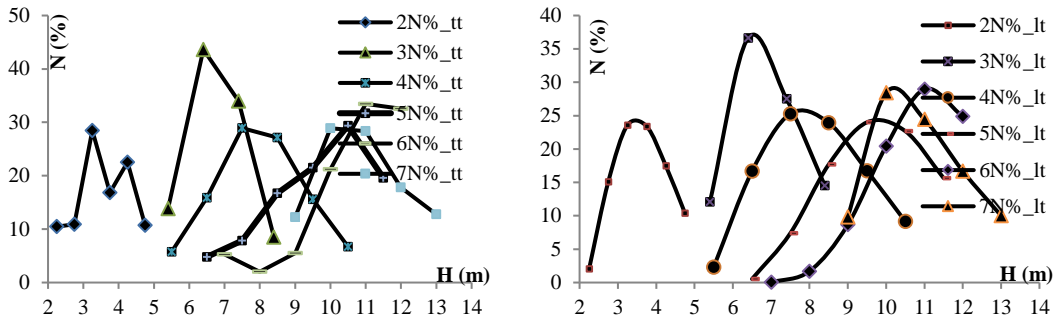
Bảng 3. Các đặc trưng thống kê về chiều cao vút ngọn

Tuổi	N (Cây/ha)	H_{min} (m)	H_{bq} (m)	H_{max} (m)	R	$\pm S$	$\pm S_x$	Sk	Ex	Cv (%)
2	1.529	1,5	3,8	6,0	4,5	0,83	0,03	-0,06	-0,09	21,6
3	1.396	4,0	6,5	8,5	4,5	0,83	0,03	-0,04	-0,21	12,7
4	1.369	3,0	8,4	11,5	8,5	1,34	0,04	-0,35	0,52	16,0
5	1.249	5,0	10,0	12,0	7,0	1,27	0,05	-1,02	0,60	12,6
6	1.216	5,0	10,8	13,0	8,0	1,44	0,06	-1,40	2,25	13,4
7	1.200	9,5	11,3	15,0	5,5	1,31	0,10	0,63	-0,13	11,6

N: mật độ; H_{min} : chiều cao nhỏ nhất; H_{bq} : chiều cao bình quân; H_{max} : chiều cao lớn nhất; *R*: biên độ biến động; *S*: độ lệch chuẩn; S_x : sai số chuẩn; *Sk*: độ lệch phân bố; *Ex*: độ nhọn phân bố; *Cv*: hệ số biến động.

Bảng 3 cho thấy chiều cao trung bình (H_{bq}) thay đổi từ 3,8 m (tuổi 2) đến 11,3 m (tuổi 7). Độ lệch chuẩn thấp nhất (0,83) ở tuổi 2 và cao nhất (1,44) ở tuổi 6. Hệ số biến động tương đối lớn, cao nhất là 21,6 % (tuổi 2), thấp nhất là 11,6 % (tuổi 7). Biên độ biến động cao nhất là ở lâm phần 4 tuổi (8,5 m)

và thấp nhất là ở lâm phần 2 tuổi và 3 tuổi (4,5 m). Phần lớn các lâm phần có độ lệch phân bố lệch phải ($S_k < 0$) so với số trung bình. Điều này cho thấy phần lớn các lâm phần đang trong giai đoạn sinh trưởng và phát triển về chiều cao.



Hình 3. Phân bố thực nghiệm và lý thuyết tỷ lệ % số cây theo H_{vn} ($N\%/H_{vn}$) ở các tuổi khác nhau

Kết quả từ Hình 3 cho thấy, đường biểu diễn tỷ lệ % số cây theo H_{vn} ở các tuổi khác nhau phần lớn là có một đỉnh lệch phải (ghi chú: 2N%_tt, 2N%_lt ký hiệu cho đường phân bố thực nghiệm và lý thuyết tại tuổi 2). So sánh các quy luật phân bố $N/D_{1,3}$ và N/H_{vn} cho thấy rằng hầu hết các phân bố theo đường kính có xu hướng lệch trái, trong khi đó các phân bố theo chiều cao có xu hướng lệch phải. Điều này phù hợp với quy luật sinh trưởng giữa chiều cao và đường kính, vì trong quá trình sinh trưởng của cây rừng chiều cao luôn sinh trưởng nhanh hơn và sớm hơn so với đường kính $D_{1,3}$ của lâm phần. Điều đó thể hiện khi chiều cao H_{vn} đến giai đoạn sinh trưởng chậm dần thì đường kính $D_{1,3}$ vẫn đang trong giai đoạn sinh trưởng mạnh, điều này phù hợp với quy luật sinh trưởng và phát triển của cây rừng.

Kết quả mô hình hoá phân bố tỷ lệ % số cây theo H_{vn} được thể hiện tốt bằng hàm Weibull với các hệ số λ và α như sau: ở tuổi 2, $\lambda = 0,33$, $\alpha = 2,0$; ở tuổi 3, $\lambda = 0,363$, $\alpha = 1,5$; ở tuổi 4, $\lambda = 0,09$, $\alpha = 2,0$; ở tuổi 5, $\lambda = 0,03$, $\alpha = 2,5$; ở tuổi 6, $\lambda = 0,004$, $\alpha = 3,6$; ở tuổi 7, $\lambda = 0,27$, $\alpha = 1,4$.

3.2.2. Mô tả sinh trưởng chiều cao

Tương tự, để thiết lập mối tương quan giữa chiều cao với tuổi của rừng Keo lười liềm trồng tại Bình Thuận, chúng tôi

tiến hành thu thập và tổng hợp số liệu đo đếm được từ các cây giải tích cũng như các cây cá thể trong ô tiêu chuẩn, chấm các giá trị về chiều cao ở từng tuổi lên trục tọa độ thành một mạng lưới điểm, dựa vào quy luật phân bố các giá trị chiều cao trên để chọn dạng phương trình.

Sau khi đã thử nghiệm một số dạng, chúng tôi quyết định chọn hàm sinh trưởng

Schumacher. $Y = m.e^{-b/A^c}$. Hay $\ln(y) = \ln(m) - b/A^c$ để biểu diễn mối tương quan giữa chiều cao (H_{vn}) với tuổi (A), kết quả tính toán cụ thể như sau.

$$\ln(H_{vn}) = 3,113 - 3,05/A^{0,8}$$

với $r = 0,997$ hay

$$H_{vn} = 22,491.e^{-3,05/A^{0,8}} \quad (11)$$

Bằng cách giải tích phương trình (11) ta có lượng tăng trưởng thường xuyên hằng năm (ZH , m/năm) và lượng tăng trưởng bình quân chung (ΔH , m/năm) như sau.

$$ZH_{VN} = 54,88.A^{-1,8}.e^{-3,05/A^{0,8}} \quad (12)$$

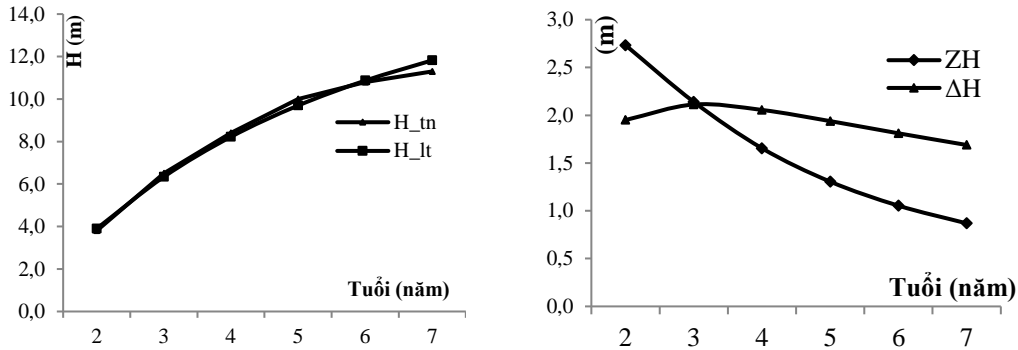
và

$$\Delta D_{1,3} = \frac{22,491.e^{-3,05/A^{0,8}}}{A} \quad (13)$$

Các kết quả về chiều cao thực nghiệm (H_{vn_tn}), chiều cao lý thuyết (H_{vn_lt}), ΔH và ZH theo tuổi được trình bày ở Bảng 4 và Hình 4.

Bảng 4. Sinh trưởng chiều cao

Tuổi (A), (năm)	2	3	4	5	6	7
H_{VN_tn} (m)	3,8	6,5	8,4	10	10,8	11,3
H_{VN_lt} (m)	3,90	6,34	8,22	9,69	10,87	11,82
ZH_{VN} (m/năm)	2,73	2,14	1,65	1,31	1,05	0,87
ΔH_{VN} (m/năm)	1,95	2,11	2,06	1,94	1,81	1,69



Hình 4. Sinh trưởng và tăng trưởng về chiều cao

Kết quả được trình bày ở phương trình (11), (12), (13), Bảng 4 và Hình 4 cho thấy, giữa chiều cao của rừng trồng keo lười liềm tại Bình Thuận và tuổi có mối tương quan thuận với nhau. Giữa đường lý thuyết và đường thực nghiệm có mối tương với nhau rất chặt, với hệ số tương quan rất chặt ($r > 0,99$). Với xu hướng phát triển của đường cong phương trình cho thấy sinh trưởng về chiều cao của rừng sẽ tiếp tục tăng ở các năm tiếp theo, tuy nhiên lượng tăng trưởng sẽ giảm dần. Căn cứ vào đồ thị biểu diễn lượng tăng trưởng về chiều cao

cho thấy, tuổi thành thực về số lượng đối với tăng trưởng chiều cao là ở giai đoạn khoảng 3 tuổi với lượng tăng trưởng bình quân chung đạt giá trị lớn nhất $\Delta H = 2.11 \text{ m/năm}$.

3.3. Sinh trưởng, tăng trưởng đường kính tán

3.3.1. Các đặc trưng thống kê về đường kính tán

Kết quả điều tra tính toán các đặc trưng thống kê của đường kính tán của rừng trồng Keo lười liềm tại khu vực nghiên cứu được trình bày tại Bảng 5.

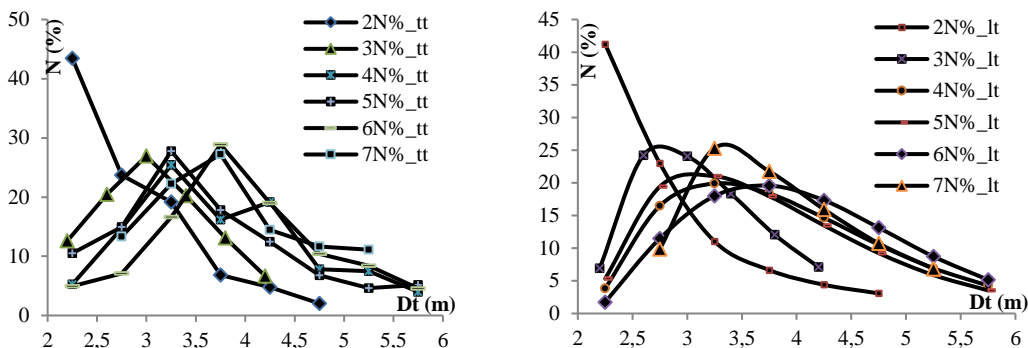
Bảng 5. Các đặc trưng thống kê về đường kính tán

Tuổi	N (Cây/ha)	$D_{t_{min}}$ (m)	$D_{t_{bq}}$ (m)	$D_{t_{max}}$ (m)	R	$\pm S$	$\pm S_x$	Sk	Ex	Cv (%)
2	1529	1,4	2,5	4,9	3,5	0,59	0,02	1,15	0,99	24,2
3	1,396	1,8	3,1	5,5	3,8	0,67	0,02	0,56	0,23	21,43
4	1,369	1,3	3,4	6,2	4,9	0,91	0,03	0,47	-0,15	26,70
5	1,249	1,7	3,8	6,5	4,9	0,96	0,04	0,68	0,35	25,53
6	1,216	1,9	4,1	6,7	4,8	0,88	0,04	0,07	0,13	21,36
7	1,200	2,3	4,1	7,0	4,8	0,92	0,07	0,55	0,09	22,54

N: mật độ; $D_{t_{min}}$: đường kính tán nhỏ nhất; $D_{t_{bq}}$: đường kính tán bình quân; $D_{t_{max}}$: đường kính tán lớn nhất; R: biên độ biến động; S: độ lệch chuẩn; S_x : sai số chuẩn; Sk: độ lệch phân bố; Ex: độ nhọn phân bố; Cv: hệ số biến động.

Bảng 5 cho thấy đường kính tán trung bình ($D_{t_{bq}}$) từ 2,5 m (tuổi 2) đến 4,1 m (tuổi 7). Độ lệch chuẩn thấp nhất (0,59) ở tuổi 2 và cao nhất (0,96) ở tuổi 5. Hệ số biến động lớn, cao nhất là 26,7 % (tuổi 4), thấp nhất là 21,36 % (tuổi 6). Biên độ biến động cao

nhất là ở lâm phần 4 và 5 tuổi (4,9 m) và thấp nhất là ở lâm phần 2 tuổi (3,5 m). Tất cả các lâm phần Keo lười liềm ở các tuổi có độ lệch phân bố lệch trái so với số trung bình ($S_k > 0$).



Hình 4. Phân bố thực nghiệm và lý thuyết tỷ lệ % số cây theo đường kính tán (N%/ Dt)

Kết quả từ Hình 4 cho thấy, đường biểu diễn tỷ lệ % số cây theo D_t ở các tuổi khác nhau phần lớn là có một đỉnh lệch trái (ghi chú: 2N%_tt, 2N%_lt ký hiệu cho đường phân bố thực nghiệm và lý thuyết tại tuổi 2). Kết quả mô hình hoá phân bố tỷ lệ % số cây theo D_t được thể hiện tốt bằng hàm Weibull với các hệ số λ và α như sau: ở tuổi 2, $\lambda = 1,22$, $\alpha = 0,6$; ở tuổi 3, $\lambda = 0,8$, $\alpha = 1,5$; ở tuổi 4, $\lambda = 0,36$, $\alpha = 1,6$; ở tuổi 5, $\lambda = 0,44$, $\alpha = 1,5$; ở tuổi 6, $\lambda = 0,24$, $\alpha = 1,9$; ở tuổi 7, $\lambda = 0,63$, $\alpha = 1,3$. Dựa vào chỉ số α biểu thị cho độ lệch của phân bố cho thấy, hệ số α tương đối nhỏ và thay đổi không theo quy luật nhất định.

3.3.2. Mô tả sinh trưởng đường kính tán

Từ số liệu về đường kính (D_t) của cây giải tích kết hợp với đường kính bình quân của các ô tiêu chuẩn, sau khi thử nghiệm một số phương trình, chúng tôi tiến hành thiết lập phương trình toán học biểu thị quy luật tương quan giữa đường kính tán (D_t)

với tuổi (A) bằng phương trình Schumacher. $Y = m.e^{-b/A^c}$ hay $\ln(y) = \ln(m) - b/A^c$ để biểu thị tương quan giữa đường kính tán với tuổi, kết quả tính toán cụ thể như sau:

$$\ln(D_t) = 2,227 - 1,7204/A^{0,4}$$

với $r = 0,995$ hay

$$D_t = 9,27 \cdot e^{-1,7204/A^{0,4}} \tag{14}$$

Bằng cách giải tích phương trình (14) ta có lượng tăng trưởng thường xuyên hằng năm (ZD_t , m/năm) và lượng tăng trưởng bình quân chung (ΔD_t , cm/năm) như sau:

$$ZD_t = 6,38 \cdot A^{-1,4} \cdot e^{-1,7204/A^{0,4}} \tag{15}$$

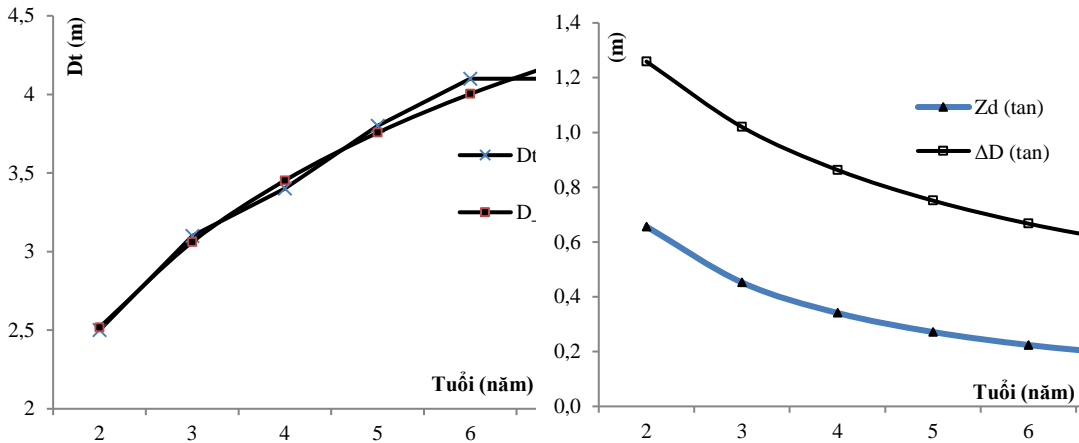
và

$$\Delta D_t = \frac{9,27 \cdot e^{-1,7204/A^{0,4}}}{A} \tag{16}$$

Các kết quả về đường kính tán thực nghiệm (D_t _tn), đường kính tán lý thuyết (D_t _lt), ΔD_t và ZD_t theo tuổi được trình bày ở Bảng 6 và Hình 6.

Bảng 6. Sinh trưởng đường kính tán

Tuổi (A), (năm)	2	3	4	5	6	7
D_t _tn (m)	2,5	3,1	3,4	3,8	4,1	4,1
D_t _lt (m)	2,52	3,06	3,45	3,76	4,00	4,21
ZD_t (m/năm)	0,66	0,45	0,34	0,27	0,22	0,19
ΔD_t (m/năm)	1,26	1,02	0,86	0,75	0,67	0,60



Hình 6. Sinh trưởng và tăng trưởng về đường kính tán

Tương tự như mô hình sinh trưởng của đường kính và chiều cao, kết quả được trình bày ở phương trình (14), bảng 6 và hình 6 cho thấy, giữa đường lý thuyết và đường thực nghiệm bám tương đối sát nhau, với hệ số tương quan rất chặt chẽ ($r > 0,99$). Từ đường cong của phương trình cho thấy sinh trưởng về đường kính tán của rừng tăng theo tuổi. Tuy nhiên, nhìn vào xu hướng phát triển của đường cong phương trình và lượng tăng trưởng cho thấy sinh trưởng về đường kính tán của rừng sẽ tăng rất chậm ở các năm tiếp theo. Điều này phù hợp với đặc điểm sinh học của loài cây.

3.4. Biến đổi thể tích rừng Keo lười liềm

Thể tích (V) thân cây là một chỉ tiêu quan trọng biểu thị một cách tổng quát sản lượng của cá thể cây và rừng, là cơ sở cho việc xác định trữ lượng và sản lượng rừng. Nó được cấu thành từ các chỉ tiêu sinh trưởng như: chiều cao (H_{vn}), đường kính ($D_{1.3}$) và hình số ($f_{1.3}$). Có nhiều phương pháp để xác định thể tích thân cây. Song, trong nghiên cứu này tác giả xác định thể tích thân cây cho loài Keo lười liềm ở các tuổi khác nhau

từ cây giải tích bằng công thức kép tiết diện bình quân.

Sau khi đã thử nghiệm một số dạng, đã chọn hàm sinh trưởng Schumacher.

$Y = m.e^{-b/A^c}$ hay $\ln(y) = \ln(m) - b/A^c$ để biểu diễn mối tương quan giữa thể tích (V) với tuổi (A), kết quả tính toán cụ thể như sau.

$$\ln(V) = 0,7748 - 9,8024/A^{0,6} \text{ với } r = 0,998 \text{ hay } V = 2,17.e^{-9,8024/A^{0,6}} \quad (17)$$

Bằng cách giải tích phương trình (17) ta có lượng tăng trưởng thường xuyên hằng năm (ZV, $m^3/cây/năm$) và lượng tăng trưởng trung bình hằng năm ($\Delta V, m^3/cây/năm$) như sau.

$$ZV = 12,764.A^{-1,6}.e^{-9,8024/A^{0,6}} \quad (18)$$

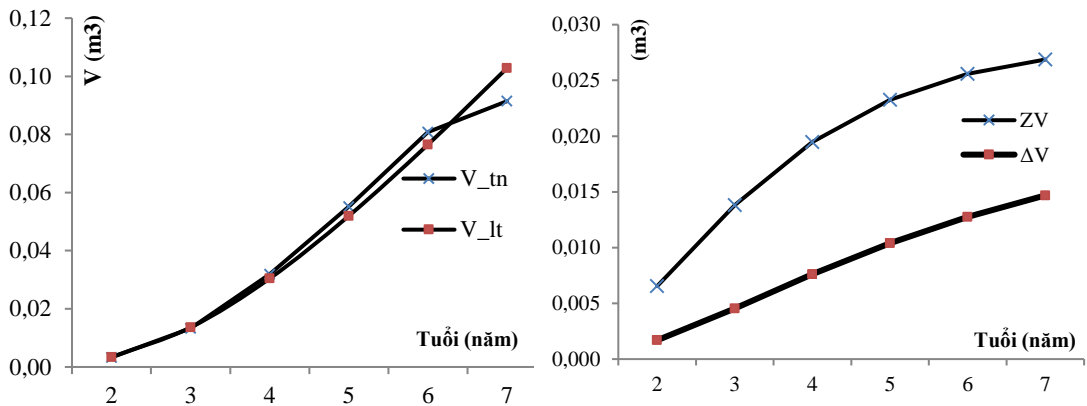
và

$$\Delta V = \frac{2,17.e^{-9,8024/A^{0,6}}}{A} \quad (19)$$

Các kết quả về thể tích thực nghiệm (V_{tn}), thể tích lý thuyết (V_{lt}), ΔV và ZV theo tuổi được trình bày ở Bảng 7 và Hình 7.

Bảng 7. Sinh trưởng thể tích của cây Keo lười liềm

Tuổi (A), (năm)	2	3	4	5	6	7
V_{tn} ($m^3/cây$)	0,0033	0,0133	0,0319	0,0552	0,0808	0,0914
V_{lt} ($m^3/cây$)	0,0034	0,0136	0,0304	0,0520	0,0765	0,1028
ZV ($m^3/cây/năm$)	0,0065	0,0138	0,0195	0,0233	0,0256	0,0269
ΔV ($m^3/cây/năm$)	0,0017	0,0045	0,0076	0,0104	0,0127	0,0147



Hình 7. Sinh trưởng và tăng trưởng về thể tích

Kết quả được trình bày ở phương trình (17), Bảng 7 và Hình 7 cho thấy, giữa thể tích và tuổi của loài keo lười liềm có mối tương quan thuận với nhau, thể tích thân cây tăng theo tuổi. Giữa đường lý thuyết và đường thực nghiệm bám tương đối sát nhau với hệ số tương quan rất chặt ($r > 0.99$). Thể tích của loài keo lười liềm tăng chậm ở những năm đầu (từ tuổi 2 – 3), sau tuổi 3 thì thể tích bắt đầu tăng mạnh. Với xu hướng phát triển của đường cong phương trình kết hợp với lượng tăng trưởng ZV, ΔV cho thấy, thể tích của keo lười liềm tại khu vực nghiên cứu tiếp tục tăng ở những năm tiếp theo, hiện tại cây vẫn chưa đạt tuổi thành thực số lượng về thể tích.

3.5. Biến đổi trữ lượng rừng Keo lười liềm

Căn cứ vào các giá trị về đường kính, chiều cao, hình số (f) và mật độ rừng (N) tại khu vực nghiên cứu, chúng tôi tiến hành tính toán được trữ lượng rừng của rừng Keo lười liềm.

Để làm rõ quá trình sinh trưởng trữ lượng M (m^3/ha), chúng tôi tiến hành xây

dựng mô hình biểu diễn mối quan hệ giữa M (m^3/ha) theo tuổi A (năm). Sau khi đã thử nghiệm một số dạng, chúng tôi quyết định chọn hàm sinh trưởng Schumacher.

$Y = m.e^{-b/A^c}$ hay $\ln(y) = \ln(m) - b/A^c$ để biểu diễn mối tương quan giữa M (m^3/ha) với tuổi (A), kết quả tính toán cụ thể như sau.

$$\ln(M) = 7,6464 - 9,088/A^{0,6} \text{ với } r = 0,998 \text{ hay } M = 2093.e^{-9,088/A^{0,6}} \quad (20)$$

Bằng cách giải tích phương trình (20) ta có lượng tăng trưởng thường xuyên hằng năm (ZM, $m^3/năm$) và lượng tăng trưởng trung bình hằng năm (ΔM , $m^3/năm$) như sau.

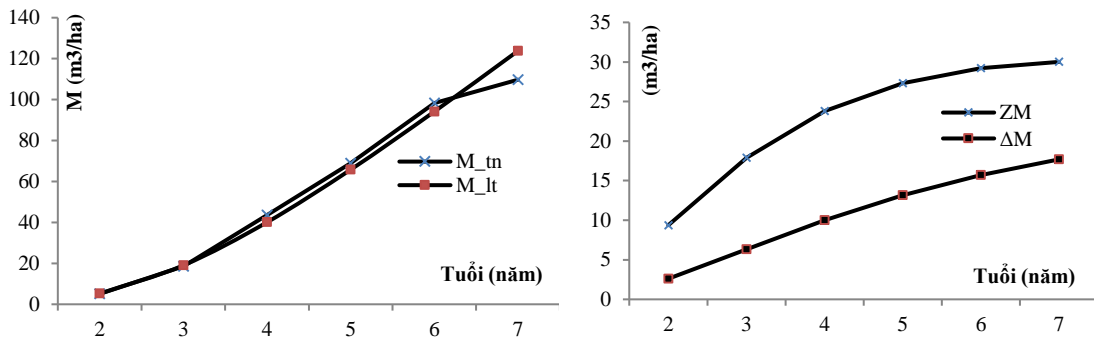
$$ZM = 11413.A^{-1,6}.e^{-9,088/A^{0,6}} \quad (21)$$

$$\Delta M = \frac{2093.e^{-9,088/A^{0,6}}}{A} \quad (22)$$

Các kết quả về trữ lượng thực nghiệm (M_{tn}), trữ lượng lý thuyết (M_{lt}), ΔM và ZM theo tuổi được trình bày ở Bảng 8 và Hình 8.

Bảng 8. Sinh trưởng trữ lượng rừng trồng Keo lười liềm

Tuổi (A), (năm)	2	3	4	5	6	7
M_{tn} (m^3)	5,06	18,56	43,64	68,89	98,21	109,72
M_{lt} (m^3)	5,21	19,02	40,07	65,78	94,14	123,82
ZM ($m^3/ha/năm$)	9,37	17,88	23,77	27,31	29,20	30,01
ΔM ($m^3/ha/năm$)	2,60	6,34	10,02	13,16	15,69	17,69



Hình 8. Sinh trưởng và tăng trưởng về trữ lượng

Tương tự như quá trình tăng trưởng về thể tích, kết quả được trình bày ở phương trình (20), Bảng 8 và Hình 8 cho thấy, giữa trữ lượng và tuổi của rừng trồng keo lười liềm có mối tương quan thuận với nhau, trữ lượng rừng tăng theo tuổi. Giữa đường lý thuyết và đường thực nghiệm bám tương đối sát nhau với hệ số tương quan rất chặt ($r > 0.99$). Trữ lượng rừng trồng keo lười liềm tăng chậm ở những năm đầu (từ tuổi 2 – 3), sau tuổi 3 thì trữ lượng bắt đầu tăng mạnh. Với xu hướng phát triển của đường cong phương trình kết hợp với lượng tăng trưởng ZM, ΔM cho thấy, trữ lượng của rừng trồng keo lười liềm tại khu vực nghiên cứu tiếp tục tăng ở những năm tiếp theo, hiện tại rừng vẫn chưa đạt tuổi thành thực số lượng về trữ lượng.

4. KẾT LUẬN

Kết quả nghiên cứu cho thấy, phân bố số cây theo đường kính ngang ngực và đường kính tán của rừng trồng keo lười liềm tại Bình Thuận phân lớn có dạng một đỉnh lệch trái trong khi đó phân bố số cây theo chiều cao có dạng một đỉnh lệch phải; sinh trưởng về đường kính ($D_{1,3}$), chiều cao (H_{vn}), đường kính tán (D_t), thể tích (V) và trữ lượng (M) của rừng trồng keo lười liềm tại Bình Thuận được mô tả rất tốt bằng hàm Schumacher với hệ số tương quan rất chặt. Tuổi thành thực số lượng về chiều cao của rừng trồng keo lười liềm đạt ở giai đoạn khoảng 3 tuổi; tuổi thành thực số lượng về đường kính đến chậm hơn, ở giai đoạn 5 tuổi. Đến giai đoạn 7 tuổi, rừng trồng keo lười liềm vẫn

chưa đạt tuổi thành thực về thể tích và trữ lượng. Do đó, các biện pháp tác động hiện nay đối với rừng trồng keo lười liềm tại khu vực nghiên cứu là tăng cường các biện pháp quản lý bảo vệ, điều chỉnh mật độ, tỉa thưa các cây bị cong queo, sâu bệnh, đặc biệt là biện pháp phòng chống cháy rừng.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Tài liệu tiếng Việt

- Vũ Tiên Ninh và Phạm Ngọc Giao (1997). *Điều tra rừng*. Hà Nội: Nhà xuất bản Nông nghiệp.
- Nguyễn Thị Liệu. (2017). *Nghiên cứu cơ sở khoa học và kỹ thuật trồng Keo lười liềm (Acacia crassiparpa A. Cunn. Ex. Benth) ở vùng cát cho mục đích phòng hộ và kinh tế tại tỉnh Quảng Bình, Quảng Trị và Thừa Thiên Huế*. Luận án Tiến sĩ Khoa học Lâm nghiệp, Viện Khoa học Lâm nghiệp Việt Nam.
- Nguyễn Văn Thêm. (2004). *Hướng dẫn sử dụng stagraphics plus version 3.0 và 5.1 để xử lý thông tin trong lâm học*. Chi nhánh Thành phố Hồ Chí Minh: Nhà xuất bản Nông nghiệp.

2. Tài liệu tiếng nước ngoài

- Harwood, C. E., Haines, M. W., & Williams, E. K. (1993). Early growth of *Acacia crassiparpa* in a seedling seed orchard at Melville Island, Australia. *Forest Genetic Resources Information*, 21, 46-53.
- Turnbul, J. W, Midgley, S. J, Cossalter, C. (1998). Tropical *Acacias* planted in Asia: An overview recent developments in *Acacia* planting, pp, 14–18. In Turnbull, J. W., Crompton, H. R., Pinyopuserak, K. (Ed.), *Recent Developments in Acacia Planting*, ACIAR Proceedings 82. Canberra, Australia.