

SINH TRƯỞNG CỦA RỪNG TRỒNG KEO LAI (*Acacia auriculiformis* x *Acacia mangium*) TRÊN NHỮNG CẤP ĐẤT KHÁC NHAU TẠI TỈNH ĐỒNG NAI

Trần Thị Ngoan¹, Trần Quang Bảo²

¹Phân hiệu Trường Đại học Lâm nghiệp

²Trường Đại học Lâm nghiệp

TÓM TẮT

Keo lai được xác định là một trong các loài cây chủ lực cung cấp gỗ nguyên liệu giấy ở Việt Nam. Keo lai là loài cây sinh trưởng nhanh, cải thiện được tiêu khí hậu, cải tạo đất. Mục tiêu của nghiên cứu là phân tích quá trình sinh trưởng của rừng trồng Keo lai từ 2 - 10 tuổi trên những cấp đất khác nhau tại tỉnh Đồng Nai. Sinh trưởng (D, H và V) của cây bình quân được phân tích từ 54 cây giải tích; trong đó mỗi cấp đất 18 cây. Cây giải tích được thu thập từ 9 ô tiêu chuẩn với kích thước ô tiêu chuẩn là 1.000 m². Sinh trưởng đối với cây bình quân được kiểm định từ hai hàm Korf và Gompertz. Sinh trưởng ở mức quần thụ được xác định bằng cách kết hợp hàm mật độ và hàm sinh trưởng cây bình quân. Kết quả nghiên cứu cho thấy rằng sản lượng gỗ đứng đối với rừng trồng Keo lai 10 tuổi trên ba cấp đất trung bình là 291,7 m³/ha. Năng suất trung bình của rừng trồng Keo lai tại tuổi 10 trên cấp đất I (42,3 m³/ha/năm) cao hơn 1,6 lần và 2,5 lần tương ứng so với cấp đất II và III. Đường kính bình quân tăng từ 4,9 cm (tuổi 2) đến 16 cm (tuổi 10), so với cấp đất I (100%), giá trị này trên cấp đất II và III thấp hơn tương ứng 16,6% và 31,7%. Trị số chiều cao bình quân tăng từ tuổi 2 (6 m) đến tuổi 10 (19,3 m), so với cấp đất I (100%), giá trị này trên cấp đất II và III thấp hơn tương ứng 16,0% và 32,3%. Trong khoảng 10 năm đầu, thể tích thân cây bình quân của rừng trồng Keo lai trên cấp đất I lớn hơn cấp đất II và III tương ứng là 40,8% và 68,4%. Trữ lượng gỗ của rừng trồng Keo lai chuyển từ giai đoạn sinh trưởng nhanh sang giai đoạn sinh trưởng chậm tại cấp tuổi 4.

Từ khóa: Cấp đất, Keo lai, năng suất, rừng trồng, sinh trưởng.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Keo lai được xác định là một trong những loài cây trồng chủ lực mang lại giá trị kinh tế lớn đối với ngành Lâm nghiệp ở Việt Nam, có diện tích ước tính khoảng 500.000 ha, hằng năm tăng trung bình từ 30.000 - 35.000 ha (Lê Đình Khả và Hà Huy Thịnh, 2016). Keo lai tự nhiên là giống lai giữa Keo tai tượng (*A. mangium*) và Keo lá tràm (*A. auriculiformis*), có đặc điểm vượt trội so với các loài bố mẹ là khả năng sinh trưởng tốt và gỗ tạo ra có năng suất cao phù hợp làm nguyên liệu giấy (Lê Đình Khả, 2000). Lượng tăng trưởng thường xuyên hàng năm của Keo lai có thể đạt trên 30 m³/ha/năm đối với lập địa tốt (Bueren, 2004; Lê Đình Khả và Hà Huy Thịnh, 2016).

Trong những năm gần đây, các nghiên cứu về sinh trưởng Keo lai cũng đã được nhiều nhà nghiên cứu trong nước quan tâm (Nguyễn Huy Sơn và cộng sự, 2006; Lê Đình Khả và cộng sự, 2012; Đỗ Anh Tuấn, 2014; Trần Quang Bảo và Hồ Thị Huệ, 2016), tuy nhiên vẫn còn thiếu các kết quả về sinh trưởng trên điều kiện lập địa khác nhau. Tại tỉnh Đồng Nai, rừng

Keo lai được trồng tập trung ở nhiều địa phương với tổng diện tích là 23.211 ha, có điều kiện khí hậu, địa hình và đất khác nhau (Chi cục kiểm lâm Đồng Nai, 2016). Bởi vì sinh trưởng không chỉ thay đổi theo kiểu rừng, loài cây, tuổi cây và quần thụ, mà còn theo điều kiện môi trường (lập địa) và những phương thức lâm sinh. Vì thế, những nghiên cứu về sinh trưởng của rừng trồng Keo lai ở mức địa phương và điều kiện lập địa khác nhau vẫn cần phải được đặt ra. Kết quả nghiên cứu này sẽ cung cấp thông tin về quá trình sinh trưởng rừng trồng Keo lai trên những cấp đất khác nhau tại tỉnh Đồng Nai và góp phần xây dựng kế hoạch quản lý rừng và những phương thức lâm sinh thích hợp.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu nghiên cứu

Rừng trồng Keo lai trên 3 nhóm đất chính: đất hình thành trên đá bazan, đất hình thành trên đá phiến sét và đất hình thành trên phù sa cổ. Rừng trồng từ 2 - 10 năm tuổi trên 3 cấp chỉ số lập địa (SI₁ = 24 m; SI₂ = 20 m và SI₃ = 16 m) được xác định theo “Biểu chỉ số lập địa”

của Trần Thị Ngoan và Lê Bá Toàn (2017). Địa hình đồi thấp với độ cao từ 50 - 350 m so với mực nước biển.

2.2. Phương pháp thu thập số liệu

- Số liệu sinh trưởng của rừng trồng Keo lai được thu thập theo phương pháp điều tra OTC điển hình kết hợp phương pháp điều tra cây tiêu chuẩn.

- Điều tra OTC: diện tích là 1000 m², mỗi tuổi trên mỗi cấp đất điều tra 3 OTC. Chỉ tiêu điều tra gồm: mật độ hiện tại (N_{ht}) đường kính ngang ngực (D_{1,3}) và chiều cao vút ngọn (H_{vn}). Mật độ hiện tại (N_{ht}) được điều tra theo phương pháp thống kê, đường kính đo bằng thước kẹp có độ chính xác đến mm, chiều cao đo bằng thước đo cao có độ chính xác đến cm.

- Điều tra cây tiêu chuẩn: Căn cứ vào các trị số trung bình về đường kính và chiều cao của Keo lai trong các OTC, xác định được các cây tiêu chuẩn, giải tích 54 cây tiêu chuẩn ở giai đoạn tuổi 10 của 9 OTC, mỗi cấp đất 3 OTC. Giải tích trên các mặt cắt cách nhau một khoảng (L) = 1 m, riêng đoạn ngọn L < 1 m, cụ thể thốt cắt tại các vị trí: 0,0 m; 1,0 m; 1,3 m; 2,0 m; 3,0 m... Trên các thốt đo đếm kích thước các vòng năm (mỗi năm 1 vòng), thông qua số vòng năm trên mỗi thốt xác định chiều cao tương ứng của mỗi tuổi.

2.3 Phương pháp xử lý số liệu

- Xây dựng hàm sinh trưởng đối với cây bình quân

Để ước lượng D, H và V thân cây bình quân đối với rừng trồng Keo lai ở những tuổi và cấp đất khác nhau, xây dựng các hàm $D = f(A)$, $H = f(A)$ và $V = f(A)$. Các hàm thích hợp được kiểm định từ hai hàm Korf (1) và Gompertz (2); trong đó Y = D, H và V, còn A = 2 - 10 năm.

$$Y = m \cdot \exp(-b \cdot A^{-c}) \quad (1)$$

$$Y = m \cdot \exp(-b \cdot \exp(-c \cdot A)) \quad (2)$$

Các hệ số và các thống kê sai lệch của hàm (1) và (2) đã được xác định bằng phương pháp hồi quy và tương quan phi tuyến tính của Marquardt. Sai lệch của 2 hàm này được đánh giá theo 6 tiêu chuẩn: hệ số xác định (R²; công thức 3); sai số chuẩn của ước lượng (S; công

thức 4); sai số trung bình hay sai số hệ thống (ME = Bias; công thức 5); sai số tuyệt đối trung bình (MAE; công thức 6); sai số tuyệt đối trung bình theo phần trăm (MAPE; công thức 7) và tổng bình phương sai lệch (SSR; công thức 8). Các hàm hồi quy là công cụ để ước lượng kích thước cây cá thể và quần thụ. Các hàm này phải đảm bảo yêu cầu cơ bản là kết quả dự đoán có sai lệch nhỏ nhất so với số liệu thực tế. Vì thế, các hàm ước lượng $D = f(A)$, $H = f(A)$ và $V = f(A)$ phù hợp nhất được chọn theo tiêu chuẩn SSR_{min}. Trong công thức (3) - (8), Y_{TN} và Y_{UL} tương ứng là giá trị thực nghiệm và giá trị ước lượng; Y_{bq} là giá trị trung bình của biến phụ thuộc; n là dung lượng quan sát; p là số lượng hệ số trong mô hình.

$$R^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (Y_{UL} - Y_{bq})^2}{\sum (Y_{TN} - Y_{bq})^2} \quad (3)$$

$$S = \sqrt{\sum (Y_{TN} - Y_{UL})^2 / (n - p)} \quad (4)$$

$$ME = (Y_{TN} - Y_{UL}) \quad (5)$$

$$MAE = |((Y_{TN} - Y_{UL})/n)| \quad (6)$$

$$MAPE = (MAE \cdot 100) / Y_{TN} \quad (7)$$

$$SSR = \sum_{i=1}^n (Y_{TN} - Y_{UL})^2 \quad (8)$$

- Xây dựng những hàm sinh trưởng đối với rừng trồng Keo lai

Trữ lượng (M, m³/ha) của rừng trồng Keo lai trên ba cấp đất đã được xác định theo công thức (9). Ở công thức (9), N và V tương ứng là mật độ quần thụ và thể tích thân cây bình quân của rừng trồng Keo lai từ 2 - 10 tuổi trên ba cấp đất. Thể tích thân cây bình quân trên ba cấp đất được xác định từ những hàm $V = f(A)$ thích hợp nhất. Mật độ của rừng trồng Keo lai được xác định theo hàm 10; trong đó m, b và k là những tham số.

$$M = N \cdot V \quad (9)$$

$$N = m \cdot \exp(-b \cdot A) + k \quad (10)$$

Sau đó xây dựng hàm ước lượng $M = f(A)$ trên ba cấp đất; trong đó hàm thích hợp được kiểm định theo hai hàm (1) và hàm (2). Các hệ số hồi quy và những thống kê sai lệch (S, ME, MAE, MAPE và SSR) của các hàm $M = f(A)$ được xác định bằng phương pháp hồi quy và tương quan phi tuyến tính của Marquardt. Hàm $M = f(A)$ thích hợp được chọn theo tiêu chuẩn SSR_{min}.

- Xác định quá trình sinh trưởng đối với rừng trồng Keo lai

Sử dụng các hàm ($D = f(A)$, $H = f(A)$, $V = f(A)$), hàm $N = f(A)$ và $M = f(A)$ để khảo sát sinh trưởng của rừng trồng Keo lai trên ba cấp đất, xác định các giá trị trung bình: D , H , V , N , M ở những tuổi khác nhau. Đồng thời xác định lượng tăng trưởng thường xuyên và bình quân hàng năm: ZD , ZH , ZV , ZM ; ΔD , ΔH , ΔV , ΔM và suất tăng trưởng: $Pd\%$, $Ph\%$, $PV\%$ và $Pm\%$. Tuổi ứng với ZD_{max} , ZH_{max} , ZV_{max} , ZM_{max} đối với các cấp đất là thời điểm mà D , H , V và M chuyển từ giai đoạn sinh trưởng nhanh sang giai đoạn sinh trưởng chậm. Cấp tuổi ứng với ΔM_{max} là tuổi thành thực số lượng đối với rừng trồng Keo lai.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Xây dựng các hàm sinh trưởng ở mức cây bình quân

3.1.1. Những hàm sinh trưởng đường kính bình quân

Những hàm ước lượng $D = f(A)$ đối với cây bình quân của rừng trồng Keo lai trên ba cấp đất I - III đã được kiểm định theo 2 hàm Korf (1) và Gompertz (2). Đối với cả 3 cấp đất I - III, hệ số R^2 của hàm Korf (99,84%) lớn hơn so với hàm Gompertz (99,17%). Hàm Korf nhận những giá trị ($S = 0,91$; $ME = 0,003$; $MAE = 0,15$; $MAPE = 2,1\%$ và $SSR = 5,8$) nhỏ hơn so với hàm Gompertz (tương ứng 2,08; -0,020; 0,35; 6,1% và 30,4); trong đó SSR của hàm Gompertz lớn hơn 5,2 lần so với hàm Korf. Từ những phân tích thống kê trên đây cho thấy, hàm Korf là hàm thích hợp để xây dựng hàm ước lượng $D = f(A)$ đối với cây bình quân của rừng trồng Keo lai từ 2 - 10 tuổi trên ba cấp đất I - III (Bảng 1 và 2).

Bảng 1. Những hàm ước lượng $D = f(A)$ thích hợp đối với cây bình quân trên cấp đất I - III

Cấp đất	Phương trình $D = f(A)$	KHH
I	$D = 31,2808 * \exp(-2,73731 * A^{-0,735119})$	(11)
II	$D = 25,0532 * \exp(-2,83963 * A^{-0,794667})$	(12)
III	$D = 24,7709 * \exp(-2,94157 * A^{-0,676557})$	(13)
Bình quân	$D = 26,9723 * \exp(-2,83635 * A^{-0,737503})$	(14)

Bảng 2. Kiểm định sai lệch của hàm ước lượng $D = f(A)$ đối với cây bình quân trên cấp đất I - III

Cấp đất	$R^2(\%)$	$\pm S$	ME	MAE	MAPE	SSR	KHH
I	99,89	0,85	0,002	0,12	1,2	5,1	(11)
II	99,79	1,03	0,007	0,15	3,1	7,4	(12)
III	99,32	1,58	0,001	0,27	3,7	17,6	(13)
Bình quân	99,84	0,91	0,003	0,15	2,1	5,8	(14)

Tương tự, đối với cấp đất I, hệ số R^2 của hàm Korf (99,89%) lớn hơn so với hàm Gompertz (99,31%). Những sai lệch của hàm Korf ($S = 0,85$; $ME = 0,002$; $MAE = 0,12$; $MAPE = 1,2\%$ và $SSR = 5,1$) nhỏ hơn so với hàm Gompertz ($S = 2,22$; $ME = -0,023$; $MAE = 0,39$; $MAPE = 6,1\%$ và $SSR = 34,5$); trong đó SSR của hàm Gompertz lớn hơn 6,8 lần so với hàm Korf.

Đối với cấp đất II, hệ số R^2 của hàm Korf (99,79%) lớn hơn so với hàm Gompertz (99,27%). Hàm Korf nhận những giá trị ($S = 1,03$; $ME = 0,007$; $MAE = 0,15$; $MAPE = 3,1\%$ và $SSR = 7,4$) thấp hơn so với hàm

Gompertz ($S = 1,94$; $ME = -0,019$; $MAE = 0,31$; $MAPE = 5,2\%$ và $SSR = 26,6$); trong đó SSR của hàm Gompertz lớn hơn 3,6 lần so với hàm Korf.

Đối với cấp đất III, hệ số R^2 của hàm Korf (99,32%) lớn hơn so với hàm Gompertz (98,41%). Hàm Korf nhận những giá trị ($S = 1,58$; $ME = 0,001$; $MAE = 0,27$; $MAPE = 3,7\%$ và $SSR = 17,6$) nhỏ hơn so với hàm Gompertz ($S = 2,42$; $ME = -0,020$; $MAE = 0,41$; $MAPE = 7,4\%$ và $SSR = 41,0$); trong đó SSR của hàm Gompertz lớn hơn 2,3 lần so với hàm Korf.

3.1.2. Những hàm sinh trưởng chiều cao thân cây bình quân

Kết quả phân tích hồi quy và tương quan $H = f(A)$ theo 2 hàm Korf và Gompertz cho thấy đối với cấp đất I, hệ số R^2 của hàm Korf (99,89%) lớn hơn so với hàm Gompertz (99,22%). Hàm Korf nhận những giá trị ($S = 1,02$; $ME = 0,001$; $MAE = 0,16$; $MAPE = 1,3\%$ và $SSR = 7,4$) nhỏ hơn so với hàm Gompertz ($S = 2,81$; $ME = 0,027$; $MAE = 0,50$; $MAPE = 6,2\%$ và $SSR = 55,4$); trong đó SSR của hàm Gompertz lớn hơn 7,5 lần so với hàm Korf.

Đối với cấp đất II, Hàm Korf nhận những giá trị ($S = 1,02$; $ME = 0,008$; $MAE = 0,17$;

$MAPE = 2,5\%$ và $SSR = 7,4$) thấp hơn so với hàm Gompertz (tương ứng 2,18; -0,02; 0,38; 5,3% và 33,4); trong đó SSR của hàm Gompertz lớn hơn 4,5 lần so với hàm Korf.

Đối với cấp đất III, mặc dù hệ số R^2 của hàm Korf (99,08%) thấp hơn lớn hơn so với hàm Gompertz (99,14%), nhưng những sai lệch của hàm Korf ($S = 2,18$; $ME = -0,000$; $MAE = 0,36$; $MAPE = 4,0\%$ và $SSR = 33,4$) lại nhỏ hơn so với hàm Gompertz ($S = 3,11$; $ME = -0,0236$; $MAE = 0,53$; $MAPE = 7,8\%$ và $SSR = 68,0$). Giá trị SSR của hàm Gompertz lớn hơn 2,0 lần so với hàm Korf.

Bảng 3. Những hàm ước lượng $H = f(A)$ đối với cây bình quân trên ba cấp đất I - III

Cấp đất	Phương trình $H = f(A)$:	KHH
I	$H = 39,0314 * \exp(-2,73395 * A^{-0,703197})$	(15)
II	$H = 30,8288 * \exp(-2,80994 * A^{-0,771698})$	(16)
III	$H = 30,7331 * \exp(-2,94927 * A^{-0,650567})$	(17)
Bình quân	$H = 32,7685 * \exp(-2,80662 * A^{-0,722334})$	(18)

Bảng 4. Kiểm định sai lệch của hàm ước lượng $H = f(A)$ đối với cây bình quân trên cấp đất I - III

Cấp đất	$R^2(\%)$	$\pm S$	ME	MAE	MAPE	SSR	KHH
I	99,89	1,02	0,001	0,16	1,3	7,4	(15)
II	99,85	1,02	0,008	0,17	2,5	7,4	(16)
III	99,08	2,18	-0,000	0,36	4,0	33,4	(17)
Bình quân	99,81	2,03	0,002	0,19	2,1	28,8	(18)

Đối với cả 3 cấp đất I - III, hệ số R^2 của hàm Korf (99,81%) lớn hơn so với hàm Gompertz (99,58%). Hàm Korf nhận những sai lệch ($S = 2,03$; $ME = 0,002$; $MAE = 0,19$; $MAPE = 2,1\%$ và $SSR = 28,8$) nhỏ hơn so với hàm Gompertz ($S = 4,53$; $ME = -0,025$; $MAE = 0,47$; $MAPE = 6,4\%$ và $SSR = 144,2$); trong đó SSR của hàm Gompertz lớn hơn 5,0 lần so với hàm Korf. Từ những phân tích thống kê trên đây cho thấy, hàm Korf là hàm thích hợp để xây dựng hàm ước lượng $H = f(A)$ đối với cây bình quân của rừng trồng Keo lai từ 2 - 10 tuổi trên ba cấp đất I - III (Bảng 3 và 4).

3.1.3. Những hàm sinh trưởng thể tích thân cây bình quân

Kết quả phân tích hồi quy và tương quan $V = f(A)$ cho thấy, đối với cấp đất I, sai lệch của hàm Korf ($S = 0,0283$; $ME = -0,000$; $MAE = 0,0041$; $MAPE = 4,2\%$; $SSR = 0,0056$) thấp

hơn so với hàm Gompertz ($S = 0,0373$; $ME = 0,0009$; $MAE = 0,0058$; $MAPE = 118,3\%$; $SSR = 0,0097$); trong đó SSR của hàm Gompertz lớn hơn 1,7 lần so với hàm Korf.

Đối với cấp đất II, những sai lệch của hàm Korf ($S = 0,0035$; $ME = -0,000$; $MAE = 0,0021$; $MAPE = 8,9\%$; $SSR = 0,0001$) thấp hơn so với hàm Gompertz ($S = 0,0210$; $ME = -0,0006$; $MAE = 0,0035$; $MAPE = 170,9\%$; $SSR = 0,0031$); trong đó SSR của hàm Gompertz lớn hơn 30,9 lần so với hàm Korf. Đối với cấp đất III, hệ số R^2 của hàm Korf (97,93%) lớn hơn so với hàm Gompertz (97,84%). Những sai lệch của hàm Korf ($S = 0,0290$; $ME = 0,0002$; $MAE = 0,0042$; $MAPE = 23,8\%$; $SSR = 0,0059$) thấp hơn so với hàm Gompertz ($S = 0,0297$; $ME = -0,0004$; $MAE = 0,0050$; $MAPE = 353,6\%$; $SSR = 0,0061$).

Bảng 5. Những hàm ước lượng $V = f(A)$ đối với cây bình quân trên ba cấp đất I – III

Cấp đất	Phương trình $V = f(A)$	KHH
I	$V = 1,70141 \cdot \exp(-8,06496 \cdot A^{-0,689754})$	(19)
II	$V = 0,920076 \cdot \exp(-8,15145 \cdot A^{-0,720512})$	(20)
III	$V = 2,0023 \cdot \exp(-9,11306 \cdot A^{-0,507079})$	(21)
Bình quân	$V = 1,63871 \cdot \exp(-8,05432 \cdot A^{-0,597368})$	(22)

Bảng 6. Kiểm định sai lệch của hàm ước lượng $V = f(A)$ đối với cây bình quân trên cấp đất I - III

Cấp đất	$R^2(\%)$	$\pm S$	ME	MAE	MAPE	SSR	KHH
I	99,75	0,0283	-0,000	0,0041	4,2	0,0056	(19)
II	99,80	0,0035	-0,000	0,0021	8,9	0,00008	(20)
III	97,93	0,0290	0,0002	0,0042	23,8	0,0059	(21)
Bình quân	99,71	0,0340	-0,0002	0,0031	13,8	0,0081	(22)

Đối với cả ba cấp đất I - III, hệ số R^2 của hàm Korf (99,71%) lớn hơn so với hàm Gompertz (99,49%). Những sai lệch của hàm Korf ($S = 0,0340$; $ME = -0,0002$; $MAE = 0,0031$; $MAPE = 13,8\%$; $SSR = 0,0081$) thấp hơn so với hàm Gompertz ($S = 0,0453$; $MAE = 0,0061$; $MAPE = 144,8\%$; $SSR = 0,0144$); trong đó SSR của hàm Gompertz lớn hơn 1,8 lần so với hàm Korf.

Những phân tích trên đây chứng tỏ rằng hàm Korf là hàm thích hợp để xây dựng hàm ước lượng $V = f(A)$ đối với cây bình quân của rừng trồng Keo lai từ 2 – 10 tuổi trên ba cấp đất I – III (Bảng 4 và 5).

3.2. Xây dựng các hàm sinh trưởng đối với rừng trồng Keo lai

3.2.1. Những hàm mật độ đối với rừng trồng Keo lai

Những phân tích thống kê cho thấy hàm ước lượng $N = f(A)$ đối với rừng trồng Keo lai trên cấp đất I, II và III đều nhận sai số rất nhỏ ($MAPE < 1,0\%$), có dạng như sau:

$$N_{(I)} = 1756,6 \cdot \exp(-0,08971 \cdot A) + 569 \quad (23)$$

$R^2 = 99,6\%$; $S = 19,8$; $ME = -0,0002$; $MAE = 11,6$; $MAPE = 0,62\%$.

$$N_{(II)} = 2945,8 \cdot \exp(-0,03919 \cdot A) - 634 \quad (24)$$

$R^2 = 99,7\%$; $S = 15,4$; ; $ME = -0,164$; $MAE = 9,5$; $MAPE = 0,53\%$.

$$N_{(III)} = 3999,9 \cdot \exp(-0,02428 \cdot A) - 1686 \quad (25)$$

$R^2 = 99,2\%$; $S = 23,9$; $ME = -0,058$; $MAE = 17,7$; $MAPE = 0,96\%$.

$$N_{(I-III)} = 3139,9 \cdot \exp(-0,035982 \cdot A) - 839 \quad (26)$$

$R^2 = 99,8\%$; $S = 14,2$; $ME = -0,030$; $MAE = 8,7$; $MAPE = 0,47\%$.

3.2.2. Những hàm ước lượng trữ lượng gỗ của rừng trồng Keo lai

Những phân tích hồi quy và tương quan $M = f(A)$ theo 2 hàm Korf và Gompertz cho thấy, đối với ba cấp đất I - III, hệ số R^2 của hàm Korf (99,97%) lớn hơn so với hàm Gompertz (99,92%). Những sai lệch của hàm Korf ($S = 1,79$; $ME = 0,213$; $MAE = 1,28$; $MAPE = 8,9\%$; $SSR = 22,6$) thấp hơn so với hàm Gompertz ($S = 3,26$; $ME = -0,537$; $MAE = 2,35$; $MAPE = 47,2\%$; $SSR = 74,5$); trong đó SSR của hàm Gompertz lớn hơn 3,3 lần so với hàm Korf. Những phân tích trên đây chứng tỏ rằng hàm Korf là hàm thích hợp để xây dựng hàm ước lượng $M = f(A)$ đối với rừng trồng Keo lai từ 1 – 10 tuổi trên ba cấp đất I – III (Bảng 7 và 8).

Bảng 7. Những hàm ước lượng $M = f(A)$ đối với rừng trồng Keo lai trên ba cấp đất I - III

Cấp đất	Phương trình $M = f(A)$	KHH
I	$M = 840,237 \cdot \exp(-7,69321 \cdot A^{-1,05005})$	(27)
II	$M = 486,999 \cdot \exp(-8,34325 \cdot A^{-1,14191})$	(28)
III	$M = 603,1 \cdot \exp(-8,07009 \cdot A^{-0,807421})$	(29)
Bình quân	$M = 638,404 \cdot \exp(-7,52414 \cdot A^{-0,982493})$	(30)

Bảng 8. Kiểm định sai lệch của hàm ước lượng $M = f(A)$ thích hợp đối với rừng trồng Keo lai

Cấp đất	R ² (%)	±S	ME	MAE	MAPE	SSR	KHH
I	99,98	2,00	-0,247	1,42	8,5	28,2	(27)
II	99,87	1,87	0,212	1,32	10,6	24,6	(28)
III	99,98	0,72	0,098	0,54	8,2	3,6	(29)
Bình quân	99,97	1,79	0,213	1,28	8,9	74,5	(30)

Đối với cấp đất I, hệ số R² của hàm Korf (99,98%) lớn hơn so với hàm Gompertz (99,90%). Những sai lệch của hàm Korf (S = 2,0; ME = 0,247; MAE = 1,42; MAPE = 8,5%; SSR = 28,2) thấp hơn so với hàm Gompertz (S = 5,37; ME = -0,857; MAE = 3,93; MAPE = 63,2%; SSR = 202,5); trong đó SSR của hàm Gompertz lớn hơn 7,2 lần so với hàm Korf. Đối với cấp đất II, hệ số R² của hàm Korf (99,97) lớn hơn so với hàm Gompertz (99,93%). Những sai lệch của hàm Korf (S = 1,87; ME = 0,212; MAE = 1,32; MAPE = 10,6%; SSR = 24,6) thấp hơn so với hàm Gompertz (S = 2,84; ME = -0,485; MAE = 2,05; MAPE = 66,8%; SSR = 56,5); trong đó SSR của hàm Gompertz lớn hơn 2,3 lần so với hàm Korf. Đối với cấp đất III, hệ số R² của

hàm Korf (99,98%) lớn hơn so với hàm Gompertz (99,93%). Những sai lệch của hàm Korf (S = 0,72; ME = 0,098; MAE = 0,54; MAPE = 8,2%; SSR = 3,6) thấp hơn so với hàm Gompertz (S = 1,74; ME = -0,302; MAE = 1,23; MAPE = 51,1%; SSR = 21,2); trong đó SSR của hàm Gompertz lớn hơn 5,9 lần so với hàm Korf.

3.3. Sinh trưởng và năng suất đối với rừng trồng Keo lai

3.3.1. Sinh trưởng đường kính của rừng trồng Keo lai trên ba cấp đất

Bằng cách khảo sát ước lượng $D = f(A)$ thích hợp đối với rừng trồng Keo lai trên ba cấp đất I – III có dạng (11) – (14), có thể xác định được sinh trưởng đường kính ở các tuổi và cấp đất khác nhau (Bảng 9).

Bảng 9. Đường kính bình quân đối với rừng trồng Keo lai trên ba cấp đất khác nhau

A (năm)	Cấp đất I		Cấp đất II		Cấp đất III	
	D (cm)	(%)	D (cm)	(%)	D (cm)	(%)
2	6,0	100	4,9	80,7	3,9	65,1
4	11,6	100	9,8	83,7	7,8	67,2
6	15,0	100	12,6	84,2	10,3	68,7
8	17,3	100	14,5	84,2	12,1	69,8
10	18,9	100	15,9	84,0	13,3	70,5
Trung bình		100		83,4		68,3

Phân tích số liệu tại bảng 9 cho thấy, so với D bình quân của rừng trồng Keo lai trên cấp đất I (100%), trị số này trên cấp đất II và cấp đất III tại tuổi 2, 4 và 10 tương ứng chỉ bằng 80,7% và 65,1%, 83,7% và 67,2%, 84,0% và 70,5%. Nói chung, so với đường kính bình quân của rừng trồng Keo lai từ tuổi 2 - 10 trên

cấp đất I (100%), giá trị này trên cấp đất II và III thấp hơn tương ứng 16,6% và 31,7%.

Tương tự, sinh trưởng và tăng trưởng đường kính bình quân của rừng trồng Keo lai thay đổi rõ rệt theo tuổi và cấp đất dẫn ra tại bảng 10 và 11.

Bảng 10. Sinh trưởng đường kính bình quân đối với rừng trồng Keo lai trên ba cấp đất

A (năm)	D (cm)	ZD (cm/năm)	ΔD (cm/năm)	Pd%
2	4,9	3,3	2,5	67,9
4	9,7	2,1	2,4	21,4
6	12,7	1,3	2,1	10,3
8	14,6	0,9	1,8	6,1
10	16,0	0,7	1,6	4,1

Bảng 11. Tăng trưởng đường kính bình quân đối với rừng trồng Keo lai trên ba cấp đất khác nhau

Cấp đất	Lượng tăng trưởng hàng năm			Lượng tăng trưởng bình quân		
	ZD _{max}	A (năm)	D (cm)	ΔD _{max}	A (năm)	D (cm)
I	4,0	2	6,0	3,1	3	6,0
II	3,4	2	4,9	2,6	3	9,8
III	2,6	2	3,9	2,0	4	7,8
Bình quân	3,3	2	4,9	2,5	4	9,7

Phân tích số liệu ở bảng 9 và 10 cho thấy, đường kính bình quân tăng từ 4,9 cm (tuổi 2) đến 16 cm (tuổi 10), lượng tăng trưởng thường xuyên hàng năm lớn nhất về đường kính (ZD_{max}) giảm dần từ cấp đất I (4,0 cm/năm) đến cấp đất II (3,4 cm/năm) và cấp đất III (2,6 cm/năm); trung bình 3 cấp đất là 3,3 cm/năm. Thời điểm xuất hiện ZD_{max} trên cả 3 cấp đất tại tuổi 2. Tương tự, lượng tăng trưởng bình quân năm lớn nhất về đường kính (ΔD_{max}) cũng giảm dần từ cấp đất I (3,1 cm/năm) đến cấp đất II (2,6 cm/năm) và cấp đất III (2,0 cm/năm); trung bình 3 cấp đất là 2,5 cm/năm. Thời điểm

xuất hiện ΔD_{max} trên cấp đất I tại tuổi 3, còn cấp đất II và III tại tuổi 4; trung bình ba cấp đất tại tuổi 4. Suất tăng trưởng đường kính (Pd%) trên cả 3 cấp đất suy giảm rất nhanh theo tuổi; trong đó cấp đất I suy giảm nhanh hơn so với cấp đất II và III.

3.3.2. Sinh trưởng chiều cao của rừng trồng Keo lai trên ba cấp đất

Bằng cách khảo sát bốn hàm 15 - 18 (Bảng 3), có thể xác định được lượng tăng trưởng chiều cao bình quân đối với rừng trồng Keo lai trên ba cấp đất khác nhau (Bảng 12 - 13).

Bảng 12. Sinh trưởng chiều cao bình quân đối với rừng trồng Keo lai trên ba cấp đất

A (năm)	H (m)	ZH (m/năm)	ΔH (m/năm)	Ph%
2	6,0	4,0	3,0	66,9
4	11,7	2,5	2,9	21,2
6	15,2	1,6	2,5	10,3
8	17,5	1,1	2,2	6,1
10	19,3	0,8	1,9	4,1

Bảng 13. Tăng trưởng chiều cao bình quân đối với rừng trồng Keo lai trên ba cấp đất

Cấp đất	Lượng tăng trưởng hàng năm			Lượng tăng trưởng bình quân		
	ZH _{max}	A (năm)	H (m)	ΔH _{max}	A (năm)	H (m)
I	4,7	2	7,3	3,7	3	11
II	4,1	2	5,9	3,1	3	9,3
III	3,1	2	4,7	2,4	3	7,3
Bình quân	4,0	2	6,0	3,1	3	9,2

Phân tích số liệu trên cho thấy, sinh trưởng chiều cao bình quân của rừng trồng Keo lai thay đổi rõ rệt theo tuổi và cấp đất. Trị số chiều cao bình quân tăng từ tuổi 2 (6 m) đến tuổi 10 (19,3 m). Đại lượng ZH_{max} giảm dần từ cấp đất I (4,7 m/năm) đến cấp đất II (4,1 m/năm) và cấp đất III (3,1 m/năm); trung bình 3 cấp đất là 4,0 m/năm. Thời điểm xuất hiện ZH_{max} trên cả 3 cấp đất tại tuổi 2. Tương tự,

đại lượng ΔH_{max} giảm dần từ cấp đất I (3,7 m/năm) đến cấp đất II (3,1 m/năm) và cấp đất III (2,4 m/năm); trung bình 3 cấp đất là 3,1 m/năm. Thời điểm xuất hiện ΔH_{max} trên cả ba cấp đất tại tuổi 3. Suất tăng trưởng chiều cao (Ph%) trên cả 3 cấp đất suy giảm rất nhanh theo tuổi; trong đó cấp đất I suy giảm nhanh hơn so với cấp đất II và III.

Bảng 14. So sánh chiều cao bình quân đối với rừng trồng Keo lai trên ba cấp đất khác nhau

A (năm)	Cấp đất I		Cấp đất II		Cấp đất III	
	H (m)	(%)	H (m)	(%)	H (m)	(%)
2	7,3	100	5,9	81,7	4,7	64,5
4	13,9	100	11,8	84,5	9,3	66,7
6	18,0	100	15,2	84,8	12,3	68,2
8	20,7	100	17,5	84,6	14,3	69,2
10	22,7	100	19,2	84,4	15,9	70,0
Trung bình		100		84,0		67,7

So với H bình quân của rừng trồng Keo lai trên cấp đất I (100%) (Bảng 14), trị số này trên cấp đất II và cấp đất III tại tuổi 2, 4 và 10 tương ứng chỉ bằng 81,7% và 64,5%, 84,5% và 66,7%, 84,4% và 70,0%. Nói chung, so với chiều cao bình quân của rừng trồng Keo lai từ tuổi 2 - 10 trên cấp đất I (100%), giá trị này trên cấp đất II và III thấp hơn tương ứng 16,0% và 32,3%.

3.3.3. Sinh trưởng thể tích thân cây Keo lai trên ba cấp đất

Những hàm thích hợp để ước lượng $V = f(A)$ đối với rừng trồng Keo lai trên ba cấp đất I - III tương ứng có dạng như hàm 19 - 22 (Bảng 5). Bằng cách khảo sát bốn hàm này, có thể xác định được lượng tăng trưởng thể tích thân cây bình quân đối với rừng trồng Keo lai trên ba cấp đất khác nhau (Bảng 14 - 15).

Bảng 15. Sinh trưởng thể tích thân cây bình quân đối với rừng trồng Keo lai trên ba cấp đất

A (năm)	V (m ³)	ZV (m ³ /năm)	ΔV (m ³ /năm)	PV%
2	0,0080	0,0075	0,0040	93,5
4	0,0486	0,0235	0,0121	48,3
6	0,1035	0,0282	0,0173	27,2
8	0,1601	0,0281	0,0200	17,6
10	0,2141	0,0265	0,0214	12,4

Bảng 16. Tăng trưởng thể tích thân cây bình quân đối với rừng trồng Keo lai trên ba cấp đất

Cấp đất	Lượng tăng trưởng hàng năm			Lượng tăng trưởng bình quân		
	ZV _{max}	A (năm)	V (m ³)	ΔV_{max}	A (năm)	V (m ³)
I	0,0440	6	0,1633	0,0328	> 10	> 0,3275
II	0,0264	6	0,0978	0,0195	> 10	> 0,1950
III	0,0169	> 10	> 0,1175	0,0118	> 10	> 0,1175
Bình quân	0,0285	7	0,1035	0,0214	> 10	> 0,2141

Thể tích thân cây bình quân của rừng trồng Keo lai thay đổi rõ rệt theo tuổi và cấp đất. Đại lượng ZV_{max} giảm dần từ cấp đất I (0,0440 m³/năm) đến cấp đất III (0,0169 m³/năm); trung bình 3 cấp đất là 0,0285 m³/năm. Thời điểm xuất hiện ZV_{max} trên cấp đất I và II tại

tuổi 6, còn cấp đất III ở sau tuổi 10; trung bình ba cấp đất tại tuổi 7. Tương tự, đại lượng ΔV_{max} giảm dần từ cấp đất I (0,0328 m³/năm) đến cấp đất III (0,0118 m³/năm); trung bình 3 cấp đất là 0,0214 m³/năm. Thời điểm xuất hiện ΔV_{max} trên cả ba cấp đất ở sau tuổi 10.

Bảng 17. So sánh thể tích thân cây bình quân đối với rừng trồng Keo lai trên ba cấp đất

Cấp A (năm)	Cấp đất I		Cấp đất II		Cấp đất III	
	V (m ³)	(%)	V (m ³)	(%)	V (m ³)	(%)
2	0,0115	100	0,0065	57,0	0,0033	28,7
4	0,0767	100	0,0457	59,6	0,0220	28,7
6	0,1633	100	0,0978	59,9	0,0508	31,1
8	0,2490	100	0,1488	59,7	0,0837	33,6
10	0,3275	100	0,1950	59,5	0,1175	35,9
Trung bình		100		59,2		31,6

So với thể tích thân cây bình quân của rừng trồng Keo lai trên cấp đất I (100%) (Bảng 17), trị số này trên cấp đất II và cấp đất III tại tuổi 2, 4 và 10 tương ứng chỉ bằng 57,0% và 28,7%, 59,6% và 28,7%, 59,5% và 35,9%. Nói chung, so với thể tích thân cây bình quân của rừng trồng Keo lai từ cấp tuổi 2 – 10 trên cấp đất I (100%), giá trị này trên cấp đất II và III thấp hơn tương ứng 40,8% và 68,4%.

3.3.4. Sinh trưởng trữ lượng gỗ của rừng trồng Keo lai trên ba cấp đất

Trữ lượng gỗ của rừng trồng Keo lai thay đổi rõ rệt theo tuổi và cấp đất. Lượng tăng trưởng trữ lượng gỗ đối với rừng trồng Keo lai trên ba cấp đất khác nhau được dẫn ra tại bảng 18 - 19.

Bảng 18. Sinh trưởng trữ lượng gỗ đối với rừng trồng Keo lai trên ba cấp đất

A (năm)	M (m ³ /ha)	ZM (m ³ /ha/năm)	ΔM (m ³ /ha/năm)	PM%
2	14,2	14,0	7,1	98,6
4	92,9	43,4	23,2	46,7
6	175,0	39,2	29,2	22,4
8	240,7	30,8	30,1	12,8
10	291,7	23,9	29,2	8,2

Bảng 19. Đặc trưng tăng trưởng trữ lượng gỗ đối với rừng trồng Keo lai trên ba cấp đất khác nhau

Cấp đất	Lượng tăng trưởng hàng năm			Lượng tăng trưởng bình quân		
	ZM _{max}	A (năm)	M (m ³)	ΔM _{max}	A (năm)	M (m ³)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
I	65,5	4	139,7	44,2	8	353,2
II	42,7	4	87,8	28,0	8	224,0
III	23,5	6	90,3	17,2	> 10	>171,5
Bình quân	43,4	4	92,9	30,1	8	240,7

Phân tích số liệu tại bảng 18 - 19 cho thấy đại lượng ZM_{max} giảm dần từ cấp đất I (65,5 m³/ha/năm) đến cấp đất II (42,7 m³/ha/năm) và cấp đất III (23,5 m³/ha/năm); trung bình 3 cấp đất là 43,4 m³/ha/năm. Thời điểm xuất hiện ZM_{max} trên cấp đất I và II tại tuổi 4, còn cấp đất III ở sau tuổi 6; trung bình ba cấp đất tại

tuổi 4. Tương tự, đại lượng ΔM_{max} giảm dần từ cấp đất I (44,2 m³/ha/năm) đến cấp đất II (28,0 m³/ha/năm) và đến cấp đất III (17,2 m³/ha/năm); trung bình 3 cấp đất là 30,1 m³/ha/năm. Thời điểm xuất hiện ΔM_{max} trên cấp đất I và II tại tuổi 8, còn cấp đất III ở sau tuổi 10; trung bình ba cấp đất tại tuổi 8.

Bảng 20. So sánh trữ lượng gỗ đối với rừng trồng Keo lai trên ba cấp đất khác nhau

Cấp A (năm)	Cấp đất I		Cấp đất II		Cấp đất III	
	M (m ³)	(%)	M (m ³)	(%)	M (m ³)	(%)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
2	20,5	100	11,1	54,3	6,0	29,3
4	139,7	100	87,8	62,9	43,3	31,0
6	260,2	100	165,7	63,7	90,3	34,7
8	353,2	100	224,0	63,4	133,8	37,9
10	423,3	100	266,8	63,0	171,5	40,5
Trung bình		100		61,5		34,7

Kết quả phân tích cho thấy so với trữ lượng gỗ của rừng trồng Keo lai từ tuổi 2 - 10 trên

cấp đất I (100%), giá trị này trên cấp đất II và III thấp hơn tương ứng 38,5% và 65,3%. So

với trữ lượng gỗ của rừng trồng Keo lai trên cấp đất I (100%), trị số này trên cấp đất II và cấp đất III tại tuổi 2, 4 và 10 tương ứng chỉ bằng 54,3% và 29,3%, 62,9% và 31,0%, 63,0% và 40,5%.

Kết quả nghiên cứu đã chứng tỏ rằng đường kính, chiều cao và thể tích thân cây bình quân của rừng trồng Keo lai thay đổi rõ rệt theo tuổi và cấp đất. Đường kính, chiều cao và trữ lượng của rừng trồng Keo lai chuyển từ giai đoạn sinh trưởng nhanh sang giai đoạn sinh trưởng chậm tương ứng tại tuổi 2; 2 và 4. Điều này phù hợp với quy luật sinh trưởng và phát triển của cây rừng, lượng tăng trưởng thường xuyên của đường kính và chiều cao đạt cực đại sớm hơn trữ lượng (Vũ Tiến Hình, 2003).

Tại tỉnh Đồng Nai, năng suất trung bình của rừng trồng Keo lai tại tuổi 4, 6, 8 và 10 tương ứng là 23,2; 29,2; 30,1 và 29,2 ($m^3/ha/năm$). Năng suất trung bình của rừng trồng Keo lai tại tuổi 10 trên cấp đất I ($42,3 m^3/ha/năm$) cao hơn 1,6 lần và 2,5 lần tương ứng so với cấp đất II và III. Kết quả nghiên cứu các dòng Keo lai tại Xuân Lộc (Đồng Nai) cũng chỉ ra năng suất trung bình rừng trồng đạt 30 - $34,6 m^3/ha/năm$ (Trần Quang Bảo và Hồ Thị Huệ, 2016). Tuổi thành thực số lượng của rừng trồng Keo lai trên cấp đất I và II tại tuổi 8, còn cấp đất III tại tuổi 10. Nghiên cứu của Nguyễn Huy Sơn và cộng sự (2006) cũng đã chỉ ra rằng tuổi thành thực công nghệ của rừng trồng Keo lai tại miền Đông Nam Bộ xuất hiện tại tuổi 8.

4. KẾT LUẬN

Sinh trưởng đối với cây bình quân và quần thể Keo lai từ 2 - 10 tuổi tại tỉnh Đồng Nai có thể được mô hình hóa bằng hàm Korf. Sinh trưởng đối với rừng trồng Keo lai được ước lượng bằng hàm mật độ kết hợp với các hàm sinh trưởng ở mức cây bình quân.

Đường kính bình quân tăng từ 4,9 cm (tuổi 2) đến 16 cm (tuổi 10), so với đường kính bình quân của rừng trồng Keo lai từ tuổi 2 - 10 trên cấp đất I (100%), giá trị này trên cấp đất II và III thấp hơn tương ứng 16,6% và 31,7%. Trị số chiều cao bình quân tăng từ tuổi 2 (6 m) đến tuổi 10 (19,3 m), so với chiều cao bình quân

của rừng trồng Keo lai từ tuổi 2 - 10 trên cấp đất I (100%), giá trị này trên cấp đất II và III thấp hơn tương ứng 16,0% và 32,3%. Thể tích thân cây bình quân của rừng trồng Keo lai chuyển từ giai đoạn sinh trưởng nhanh sang giai đoạn sinh trưởng chậm tại tuổi 7. Trong khoảng 10 năm đầu, thể tích thân cây bình quân của rừng trồng Keo lai trên cấp đất I lớn hơn cấp đất II và III tương ứng là 40,8% và 68,4%. Trữ lượng gỗ của rừng trồng Keo lai chuyển từ giai đoạn sinh trưởng nhanh sang giai đoạn sinh trưởng chậm tại tuổi 4. Năng suất trung bình của rừng trồng Keo lai tại tuổi 10 trên cấp đất I ($42,3 m^3/ha/năm$) cao hơn 1,6 lần và 2,5 lần tương ứng so với cấp đất II và III.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Chi cục kiểm lâm Đồng Nai (2016). Báo cáo hiện trạng rừng tỉnh Đồng Nai năm 2016.
2. Đỗ Anh Tuấn (2014). Ảnh hưởng của mật độ đến tỷ lệ sống và sinh trưởng keo lai tại tỉnh Thừa Thiên Huế. Tạp chí Khoa học & Công nghệ Lâm nghiệp (1): 42-47.
3. Le Dinh Kha (2000). Studies on natural hybrids of *Acacia mangium* and *A. auriculiformis* in Vietnam. Journal of Tropical Forest Science Vol. 12 (4): 794-803.
4. Le Dinh Kha et al. (2012). Growth and wood basic density of acacia hybrid clones at three locations in Vietnam. New forest (43): 13 -29.
5. Le Dinh Kha & Ha Huy Thinh (2016). Research and development of acacia hybrids for commercial planting in Vietnam. Vietnam Journal of Science, Technology and Engineering vol.60 Number 1: 36 -42.
6. Nguyễn Huy Sơn, Nguyễn Văn Thịnh, Bùi Thanh Hằng, Nguyễn Thanh Minh, Phan Minh Sáng (2006). Nghiên cứu đặc điểm sinh trưởng của cây Keo lai và tuổi thành thực công nghệ của rừng trồng Keo lai tại Đông Nam Bộ, Tạp chí Khoa học Lâm nghiệp, Số 4/2006.
7. Trần Quang Bảo và Hồ Thị Huệ (2016). Đặc điểm sinh trưởng của các dòng keo lai trồng tại huyện Xuân Lộc, tỉnh Đồng Nai. Tạp chí Khoa học lâm nghiệp (2): 4326-4334.
8. Trần Thị Ngoan và Lê Bá Toàn (2017). Chọn tuổi cơ sở thích hợp để ước lượng chỉ số lập địa đối với rừng trồng Keo lai (*Acacia auriculiformis* x *mangium*) ở tỉnh Đồng Nai. Tạp chí Khoa học và Công nghệ Lâm nghiệp (6): 51 - 57.
9. Vũ Tiến Hình (2003). Sản lượng rừng. Nhà xuất bản Nông nghiệp, Hà Nội, 211 trang.

GROWTH OF ACACIA HYBRID PLANTATIONS (*Acacia auriculiformis* x *Acacia mangium*) ON DIFFERENT SITE INDEXES IN DONG NAI PROVINCE

Tran Thi Ngoan¹, Tran Quang Bao²

¹*Vietnam National University of Forestry - Southern Campus*

²*Vietnam National University of Forestry*

SUMMARY

Acacia hybrid is one of the main plantation species supplying wood materials in Vietnam. Acacia hybrid is a fast-growing species, improving microclimate and soil conditions. The objectives of research have analyzed the growth of the Acacia hybrid plantations from 2 to 10 years on different site indexes. The growth data are collected from 54 average sample trees in which each site index is 18 sample trees. These sample trees were collected from 9 sample plots with a size of 1,000 m². The Growth equations of average tree were tested from 2 different equations (Korf and Gompertz). The Growth equations of plantations were established by combining growth equations of average trees and density equations. The results of the study show that standing production of Acacia hybrid plantations at the of 10 on three site indexes is 291.7 m³/ha. The average yield of Acacia hybrid plantations at the age of 10 on soil class I (42.3 m³/ha/year), it is higher 1.6 and 2.5 times than those of soil class II and soil III, respectively. The average diameter increased from 4.9 cm to 16 cm at the age of 2, 10, respectively. Compared to soil class I (100%), this value on soil class II and III is lower than 16.6% and 31.7%, respectively. The average height value increases from at the age of 2 (6 m) to at the age of 10 (19.3 m), compared to soil class I (100%), this value on soil class II and III is lower than 16.0% and 32.3%, respectively. In the first 10 years, the average stem volume of Acacia hybrid on soil class I was higher than that of soil class II and III 40.8% and 68.4%, respectively. Timber volume of Acacia hybrid plantations has changed from the fast-growing to the slow-growing stage at the age of 4.

Keywords: Acacia hybrid, growth, plantations, site index, yield.

Ngày nhận bài : 22/8/2019

Ngày phản biện : 20/9/2019

Ngày quyết định đăng : 28/9/2019