NHÂN TỐ SINH THÁI ẢNH HƯỞNG ĐẾN MẬT ĐỘ TÁI SINH LOÀI XOAY (*Dialium cochinchinensis* Pierre) TẠI GIA LAI

Phạm Tiến Bằng[1*], Nguyễn Hồng Hải[2], Lê Việt Dũng[1], Ngô Văn Cầm[1]

TÓM TẮT

Nghiên cứu ảnh hưởng của các nhân tố sinh thái đến mật độ cây tái sinh của loài Xoay được tiến hành trên cơ sở thu thập số liệu sinh thái tại các lâm phần có Xoay phân bố thuộc 3 tiểu vùng khí hậu khác nhau của tỉnh Gia Lai, bao gồm: tiểu vùng Kon Hà Nừng (huyện Kbang và huyện Mang Yang); tiểu vùng thung lũng Kon Tum, Sa Thầy (huyện Ia Grai), tiểu vùng núi cao An Khê và Đông Bắc Ayunpa (huyện Krông Pa). 12 nhân tố sinh thái được thu thập gồm: Tổ thành loài ưu thế; đặc điểm phân bố trên mặt đất; tổng tiết diện ngang; độ tàn che; vị trí địa hình; độ dốc; độ cao so với mặt nước biển; lượng mưa; nhiệt độ trung bình năm; hướng phơi; loại đất; tỷ lệ đá lộ đầu. Dựa trên việc khảo sát theo dãy biến thiên của từng nhân tố và xem xét sự tác động qua lại giữa các yếu tố sinh thái để xác định nhân tố sinh thái có ảnh hưởng đến mật độ tái sinh và thiết lập mô hình tương quan giữa mật độ cây tái sinh với các nhân tố sinh thái. Phương pháp tiếp cận mô hình hồi quy đa biến có trọng số (weight variable) là công cụ chủ đạo để phát hiện nhân tố sinh thái, tổ hợp nhân tố sinh thái có ảnh hưởng đến mật độ tái sinh loài ở các điều kiện hoàn cảnh khác nhau. Kết quả nghiên cứu đã phát hiện nhân tố độ tàn che có ảnh hưởng rõ rệt đến mật độ tái sinh của loài Xoay và đã thiết lập được mô hình quan hệ $y_i = f(x_j)$ theo dạng mô hình Power để mô phỏng tốt nhất mối quan hệ này, với các chỉ số thống kê R^2adj = 79,4%; MAE = 72,8 cây; ME = - 0,005; MAPE = 95,98%. Đây là cơ sở khoa học cho việc đề xuất các biện pháp kỹ thuật lâm sinh phù hợp nhằm bảo tồn và phát triển được nguồn gen cây Xoay.

Từ khóa: *Xoay, nhân tố sinh thái, mật độ, tái sinh, Gia Lai.*

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Cây Xoay (*Dialium cochinchinensis* Pierre) là cây gỗ lớn, thường xanh, đặc hữu của Đông Nam Á. Tại Việt Nam, Xoay có phân bố rộng từ Thanh Hóa trở vào đến các tỉnh Đông Nam bộ, tập trung nhiều nhất ở các tỉnh Tây Nguyên. Cây Xoay có giá trị kinh tế và giá trị bảo tồn cao nhưng cho đến nay chưa có nhiều công trình nghiên cứu về sinh thái tái sinh của loài cây này. Các nghiên cứu về cây Xoay chỉ tập trung mô tả về hình thái loài (Ding Hou *et al.*, 1996; MSM Sosef *et al.,* 1998); vùng phân bố và một số đặc điểm sinh thái loài Xoay (Noparat Bamroongrugsa và Othman Yaacob, 1990; Phạm Hoàng Hộ, 1999; Nguyễn Hoàng Nghĩa, 1999; Triệu Văn Hùng và cộng sự, 2007); đặc điểm lâm học, nhân giống và kỹ thuật gây trồng Xoay (Schmidt, L., & Nguyen, V. A, 2005; Bùi Thanh Hằng và Ngô Văn Cầm, 2009; Trần Hồng Sơn và cộng sự, 2016; Hồng Bích Ngọc và cộng sự, 2019). Nghiên cứu định lượng, mô hình hóa để phát hiện ảnh hưởng của các nhân tố sinh thái đến mật độ cây tái sinh của loài cây này chưa được nghiên cứu sâu, trong khi đó đây là yêu cầu quan trọng để xác định đặc điểm sinh thái của loài và là cơ sở để đề xuất các biện pháp kỹ thuật lâm sinh phù hợp trong xúc tiến tái sinh tự nhiên hoặc trồng rừng Xoay.

Kết quả nghiên cứu này sẽ góp phần cung cấp cơ sở khoa học cho việc đề xuất các biện pháp kỹ thuật lâm sinh phù hợp nhằm quản lý, bảo vệ và phát triển nguồn gen cây Xoay tại Gia Lai.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu nghiên cứu

Những lâm phần có phân bố Xoay ở các cấp mật độ khác nhau trong các tiểu vùng khí hậu (TVKH) tại tỉnh Gia Lai.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Phương pháp thu thập số liệu

Xác định khu vực phân bố cây Xoay dựa vào tài liệu thứ cấp kết hợp phỏng vấn cán bộ kỹ thuật, người dân địa phương kết quả khảo sát thực tế tại các

[1] Trung tâm Lâm nghiệp Nhiệt đới, Viện Khoa học Lâm nghiệp Nam Trung bộ và Tây Nguyên
*Email: ptbanggl@gmail.com
[2] Trường Đại học Lâm nghiệp

tiểu vùng khí hậu của tỉnh Gia Lai. Kết quả đã khảo sát đã lựa chọn được 4 địa điểm thuộc 3 tiểu vùng khí hậu gồm: tiểu vùng Kon Hà Nừng (huyện Kbang và huyện Mang Yang); tiểu vùng thung lũng Kon Tum, Sa Thầy (huyện Ia Grai), tiểu vùng núi cao An Khê và Đông Bắc Ayunpa (huyện Krông Pa), tỉnh Gia Lai.

Tại mỗi khu vực tiến hành thu thập các thông tin về nhiệt độ, lượng mưa bình quân; mỗi khu vực lựa chọn 3 điểm nghiên cứu theo 3 mức mật độ phân bố loài Xoay (thấp, trung bình và cao) để tiến hành điều tra chi tiết. Tổng số có 12 điểm nghiên cứu, tại mỗi điểm nghiên cứu tiến hành lập 2 ô tiêu chuẩn điển hình, tổng số ô tiêu chuẩn được lập là 24 ô. Diện tích mỗi ô tiêu chuẩn (OTC) là 2.500 m^2 (50 m x 50 m).

Trong mỗi OTC tiến hành thu thập số liệu về các nhân tố sinh thái như địa hình, độ cao, độ dốc, hướng dốc, hướng phơi, loại đất, tỷ lệ đá lộ đầu, độ tàn che. Xác định tên loài, đo đếm các chỉ tiêu sinh trưởng của tầng cây cao gồm $D_{1,3}$, H_{vn}, cự ly cây gần nhất từ cây Xoay đến cây khác.

Thiết lập OTC dạng bản để đo đếm cây tái sinh: Trong các OTC lập 5 ô dạng bản, mỗi ô 16 m^2 (4 m x 4 m), 4 ô đặt ở 4 góc, 1 ô đặt ở trung tâm OTC điển hình. Tại mỗi OTC dạng bản tiến hành xác định loài, đo chiều cao và xác định nguồn gốc tái sinh.

2.2.2. Phương pháp xử lý số liệu

- Các nhân tố sinh thái được tính toán, phân cấp như sau:

+ Xác định loài cây ưu thế dựa vào chỉ số quan trọng của loài (IV%), được tính theo phương pháp của Daniel Marmillod (1982) thông qua 2 chỉ tiêu: tỷ lệ phần trăm về mật độ (N%) và tỷ lệ phần trăm về tiết diện ngang (G%) của loài nào đó theo công thức:

$$IV(\%) = \frac{G(\%) + N(\%)}{2}$$

Trong đó: N (%) là tỷ lệ % số cây của loài so với tổng số cây/ha; G (%) là tỷ lệ % tiết diện ngang của loài so với tổng tiết diện ngang/ha; IV % là chỉ số quan trọng của loài/ha.

Nếu chỉ số quan trọng IV (%) của loài nào > 5% thì loài đó có ý nghĩa về mặt sinh thái và được tham gia vào công thức tổ thành. Lấy 2 loài có chỉ số IV% cao nhất trong mỗi ô để đánh giá mức độ ảnh hưởng đến mật độ cây tái sinh.

+ Xác định đặc điểm phân bố (PB) trên mặt đất: Tính theo tiêu chuẩn U của Klark và Evans (Clark P. J., Evans F. C., 1954; Bảo Huy, 2017)

$$U = \frac{(\bar{x}\sqrt{\lambda} - 0,5) \times \sqrt{n}}{0,26136}$$

Trong đó: x là khoảng cách bình quân các cây (lấy tổng khoảng cách chia cho n lần đo); λ là số cây trên một m^2 diện tích đất rừng.

Nếu: $|U| \geq 1,96$ Phân bố ngẫu nhiên trên mặt đất rừng; $U > 1,96$ Phân bố cách đều trên mặt đất rừng; $U < -1,96$ Phân bố cụm trên mặt đất rừng.

+ Độ tàn che (TC) phân thành 3 cấp: Cấp 1: TC ≤ 0,3; cấp 2: 0,3 <TC ≤ 0,7; cấp 3: TC > 0,7.

+ Tổng tiết diện ngang (G) phân 3 cấp: Cấp 1: G ≤ 20 (m^2/ha); cấp 2: 20 (m^2/ha) < G ≤ 40 (m^2/ha); cấp 3: G > 40 (m^2/ha).

+ Vị trí địa hình (ĐH) phân thành 4 loại: Bằng; chân; đỉnh; sườn.

+ Độ dốc (ĐD) phân thành 3 cấp: Cấp 1: ĐD ≤ 10^0; cấp 2: 10^0 < ĐD ≤ 20^0; cấp 3: ĐD > 20^0.

+ Độ cao so với mặt nước biển (ĐC) phân thành 3 cấp: Cấp 1: ĐC ≤ 500 m; cấp 2: 500 m < ĐC ≤ 700 m; cấp 3: ĐC > 700 m.

+ Lượng mưa trung bình năm (P) phân thành 3 cấp: Cấp 1: P ≤ 1.800 mm; cấp 2: 1.800 mm< P ≤ 2.000 mm; cấp 3: P >2.000 mm.

+ Nhiệt độ trung bình năm (T^0) phân thành 3 cấp: Cấp: $T^0 \leq 23^0$C; cấp 2: 23^0C < $T^0 \leq 26^0$ C; cấp 3: $T^0 > 26^0$C.

+ Hướng phơi (HP) phân thành 8 hướng: Bắc (B); Đông Bắc (DB); Đông (D); Đông Nam (DN); Nam (N); Tây Nam (TN); Tây (T); Tây Bắc (TB).

+ Loại đất (LĐ) phân thành 4 loại: Nâu đỏ (NĐ); vàng xám (VX); xám vàng (XV); xám trắng (XT).

+ Tỷ lệ đá lộ đầu (ĐLĐ) phân thành 3 cấp: Cấp 1: ĐLĐ = 0%; cấp 2: 0% < ĐLĐ ≤ 10%; cấp 3: ĐLĐ > 10%.

- Kiểm tra sự ảnh hưởng của nhân tố xj với biến yi bằng tiêu chuẩn Kruskal Wallis, sử dụng trắc nghiệm Duncan kiểm tra sự đồng nhất hoặc khác biệt để gộp nhóm và mã hóa theo chiều biến thiên.

- Sử dụng hai hàm Power và Schumacher để thiết lập mô hình tương quan giữa mật độ cây tái sinh với các nhân tố sinh thái ảnh hưởng:

+ Mô hình dạng Power: $Y_i = b_0 * X_1^{b1} X_2^{b2} \ldots\ldots X_n^{bn} + \varepsilon$

+ Mô hình Schumacher: $Y_i = bo * \exp(- b * X_1^{-b1} X_2^{-b2} \ldots\ldots X_n^{-bn}) + \varepsilon$

- Sử dụng phương pháp ước lượng hàm phi tuyến tính đa biến của Marquardt có trọng số (Weight) trong phần mềm Statgraphics với các tiêu chí lựa chọn hàm tối ưu (Nicolas Picard *et al.*, 2010) sau:

+ Hệ số xác định hiệu chỉnh R^2adj.%: Hàm tốt nhất khi R^2adj đạt max và tồn tại ở mức P < 0,05.

+ MAE: Mean absolute error (Sai số tuyệt đối trung bình):

$$MAE = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} /Yilt - Yi/$$

+ MAPE%: Mean absolute percent error (% Sai số tuyệt đối trung bình):

$$MAPE\% = \frac{100}{n}\sum_{i=1}^{n}\frac{/Yilt - Yi/}{Yi}$$

Trong đó: Y_{ilt} là giá trị dự báo qua mô hình; Y_i là giá trị thực quan sát; n là số mẫu quan sát.

MAE và MAPE % cho thấy mô hình có sai khác với thực tế cao hay thấp theo giá trị sai số tuyệt đối và tương đối. Mô hình tối ưu khi sai khác này bé nhất (Jerome Chave *et al.*, 2005).

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

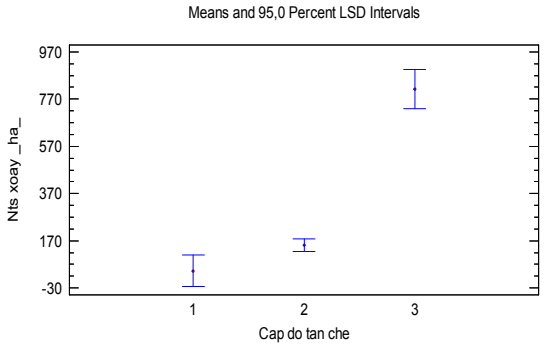
3.1. Kết quả thăm dò nhân tố sinh thái ảnh hưởng đến mật độ tái sinh loài Xoay

Sự xuất hiện của một loài chịu sự tác động tổng hợp của các nhân tố sinh thái. Mỗi giai đoạn khác nhau ảnh hưởng của các nhân tố sinh thái đến sinh trưởng và phát triển của các cá thể, quần thể là khác nhau. Các nhân tố sinh thái được khảo sát để xác định ảnh hưởng đến mật độ tái sinh Xoay bao gồm: Loài ưu thế (IV); phân bố cây rừng trên mặt đất rừng (PB); tổng tiết diện ngang (G); vị trí địa hình (ĐH); độ dốc (ĐD); độ cao (ĐC); hướng phơi (HP); loại đất (LĐ); đá lộ đầu (ĐLĐ); lượng mưa (P); nhiệt độ (T); độ tàn che (TC). Kết quả kiểm tra ảnh hưởng của nhân tố sinh thái đến mật độ cây tái sinh bằng tiêu chuẩn Kruskal Wallis được tổng hợp tại bảng 1.

Kết quả cho thấy trong tổng số 12 nhân tố sinh thái đã thăm dò, có tới 11 nhân tố sinh thái ảnh hưởng không rõ rệt đến mật độ cây tái sinh loài Xoay dưới tán rừng (chỉ số P-Value > 0,05) gồm: chỉ số giá trị loài quan trọng (IV%), kiểu phân bố cây rừng trên mặt đất, tổng tiết diện ngang của cây gỗ, vị trí địa hình, độ dốc, độ cao, hướng phơi, loại đất, tỷ lệ đá lộ đầu, lượng mưa trung bình, nhiệt độ trung bình.

Bảng 1. Tổng hợp ảnh hưởng các nhân tố sinh thái đến mật độ cây tái sinh loài Xoay

TT	Nhân tố sinh thái	Giá trị kiểm định (Test statistic)	Mức ý nghĩa (P-value)
1	Loài ưu thế (IV, %)	18,5374	0,552069
2	Phân bố cây rừng trên mặt đất rừng (PB)	1,8281	0,402267
3	Tổng tiết diện ngang (G, m^2)	2,5135	0,285286
4	Vị trí địa hình (ĐH)	4,3234	0,229768
5	Độ dốc (ĐD, ^{0})	3,2685	0,195247
6	Độ cao (ĐC, m)	1,9733	0,373189
7	Hướng phơi (HP)	2,5720	0,767434
8	Loại đất (LĐ)	3,5664	0,313536
9	Đá lộ đầu (ĐLĐ, %)	1,8245	0,401879
10	Lượng mưa (P, mm)	3,7676	0,289210
11	Nhiệt độ (T, ^{0}C)	3,7662	0,288670
12	Độ tàn che (TC, %)	10,6278	0,004112



Hình 1. Mật độ tái sinh Xoay ở các cấp độ tàn che

Bảng 2. Kết quả kiểm tra ảnh hưởng của độ tàn che đến mật độ cây tái sinh Xoay

Cấp độ tàn che	Kích thước mẫu (Sample Size)	Xếp hạng giá trị trung bình (Average Rank)
Cấp 1 (TC ≤ 0,3)	3	5,0
Cấp 2 (0,3 < TC ≤ 0,7)	19	12,8
Cấp 3 (TC > 0,7)	2	23,25

Ghi chú: Giá trị kiểm định (Test statistic) = 10,6278; mức ý nghĩa (P-Value) = 0,004112

Nhân tố độ tàn che có ảnh hưởng rõ rệt đến mật độ tái sinh cây Xoay dưới tán rừng (P-Value = 0,004112). Nói cách khác, độ tàn che là nhân tố chủ đạo ảnh hưởng đến mật độ cây Xoay tái sinh. Độ tàn che đo được trên 24 ô điều tra biến động từ 0,3 tới 0,8 được chia thành 3 cấp. Cấp 1 có độ tàn che nhỏ hơn hoặc bằng 0,3. Cấp 2 có độ tàn che lớn hơn 0,3 và nhỏ hơn hoặc bằng 0,7 và cấp 3 có độ tàn che lớn hơn 0,7.

Để xác định được chiều biến thiên thuận hay nghịch, đã sử dụng trắc nghiệm Duncan để xem xét sự đồng nhất hoặc khác biệt giữa các cấp từ đó gộp nhóm và mã hóa theo chiều biến thiên, kết quả kiểm tra tổng hợp trong bảng 3.

Bảng 3. Kết quả kiểm tra mức độ đồng nhất các cấp độ tàn che ảnh hưởng đến mật độ tái sinh Xoay theo tiêu chuẩn Duncan ở độ tin cậy 95%

Cấp độ tàn che	Kích thước mẫu	Mật độ cây tái sinh trung bình (Mean)	Nhóm đồng nhất (Homogeneous Groups)
1	3	41,7	X
2	19	151,3	X
3	2	812,5	X

Kết quả trắc nghiệm Duncan cho thấy mật độ cây tái sinh ở 3 cấp độ tàn che có sự khác nhau rõ rệt giữa các cấp. Cấp 1 có mật độ cây tái sinh trung bình 41,7 cây/ha, cấp 2 mật độ tái sinh trung bình đạt 151,3 cây/ha, cấp 3 mật độ tái sinh trung bình 812,5 cây/ha. Kết quả nghiên cứu cũng cho thấy, mật độ cây Xoay tái sinh tự nhiên tỷ lệ thuận với cấp độ tàn che, chứng tỏ ở giai đoạn đầu cây Xoay tái sinh tự nhiên dưới tán rừng cần có độ tàn che cao để hạt nảy mầm, sinh trưởng và phát triển. Đây là cơ sở khoa học để tác động các biện pháp kỹ thuật lâm sinh thích hợp thúc đẩy tái sinh tự nhiên của loài Xoay và là cơ sở xây dựng các quy trình kỹ thuật nhân giống cây Xoay trong vườn ươm hay trồng rừng hoặc xúc tiến tái sinh tự nhiên kết hợp trồng bổ sung. Kết quả này cũng phù hợp với kết quả nghiên cứu thăm dò một số đặc điểm sinh thái và khả năng gây trồng loài Xoay của Bùi Thanh Hằng và Ngô Văn Cầm (2009) và kết quả nghiên cứu nhân giống cây Xoay của Hồng Bích Ngọc và cộng sự (2019).

3.2. Kết quả mô hình hóa quan hệ mật độ tái sinh Xoay với nhân tố sinh thái ảnh hưởng

Trên cơ sở xác định được nhân tố độ tàn che (x_j) ảnh hưởng đến mật độ tái sinh loài Xoay (y_i), để lập mô hình tương quan giữa mật độ cây tái sinh và độ tàn che, đã tiến hành mã hóa độ tàn che như ở bảng 4.

Bảng 4. Mã hóa cấp độ tàn che theo chiều tăng của mật độ cây Xoay tái sinh

Nhân tố sinh thái	Ký hiệu	Mã hóa theo cấp		
		1	2	3
Độ tàn che	TC	≤ 0,3	0,3 - ≤ 0,7	> 0,7

Mô phỏng mối quan hệ hồi quy trên cơ sở lập mô hình tương quan theo hai dạng hàm Power và Schumacher mở rộng khi không có trọng số và khi có trọng số với giá trị a thay đổi trong khoảng -20 đến 20. Kết quả cho thấy các chỉ tiêu thống kê của mô hình có trọng số đều tốt hơn mô hình không có trọng số. Mô hình có trọng số đã giúp sai số phân bố tương đối đều hơn, cải thiện được tình trạng sai số phân tán, trong đó với a = - 4 cho các chỉ tiêu thống kê tốt nhất ở cả 2 hàm Power và Schumacher.

Bảng 5. Tổng hợp các chỉ số mô phỏng tương quan của 2 hàm Power và Schumacher

Nội dung	Schumacher	Power
Mô hình	*Nts xoay_ha = 605,703*exp(-1,83593*TC^-2,49665).* (trọng số 1/TC^-4)	*Nts xoay_ha_ = 96,5917* TC^2,17928.* (trọng số 1/ TC^-4)
Các chỉ số thống kê	- R^2adj = 78,4% - MAE = 153,1 cây - MAPE = 96,19% - ME = 0,00086689	- R^2adj = 79,4% - MAE = 150,7 cây - MAPE = 95,97% - ME = -0,0055

Tổng hợp các chỉ tiêu thống kê của các mô hình cho thấy hàm Power mô phỏng tốt hơn hàm Schumacher, đã lựa chọn mô hình có dạng hàm Power để mô phỏng tương quan giữa mật độ cây tái sinh và độ tàn che như sau:

Nts xoay _ha_ = 96,5917*TC^2,17928

(R^2adj = 79,4%; MAE = 150,7; ME = -0,0055; MAPE = 95,97%)

Bảng 6. Dự đoán mật độ tái sinh theo độ tàn che bằng hàm Power

Cấp độ tàn che	Mật độ tái sinh loài Xoay (cây/ha)	Ghi chú
1	97	Cấp 1: độ tàn che ≤ 0,3
2	437	Cấp 2: 0,3 < độ tàn che ≤ 0,7
3	1.059	Cấp 3: độ tàn che > 0,7

4. KẾT LUẬN

Nhân tố sinh thái ảnh hưởng rõ rệt nhất đến mật độ tái sinh tự nhiên của loài Xoay là độ tàn che. Vì vậy, khi nhân giống Xoay trong vườn ươm, trồng rừng hoặc áp dụng các biện pháp kỹ thuật xúc tiến tái sinh tự nhiên cần quan tâm đến tỷ lệ che bóng thích hợp của dàn che, cây trồng phù trợ hay độ mở tán trong rừng tự nhiên.

Có thể dự đoán mật độ tái sinh tự nhiên của loài Xoay thông qua mối tương quan giữa mật độ cây tái sinh và độ tàn che. Mối tương quan này được biểu diễn tốt qua mô hình hàm Power có trọng số Nts xoay _ha_ = 96,5917* TC^2,17928.

LỜI CẢM ƠN

Bài báo là một phần kết quả của nhiệm vụ "Nghiên cứu khai thác và phát triển nguồn gen cây Xoay (Dialium cochinchinensis Pierre) ở Tây Nguyên". Nhóm tác giả xin trân trọng cảm ơn Bộ Khoa học và Công nghệ đã tài trợ kinh phí cho nghiên cứu này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Bảo Huy (2017). Tin học thống kê trong lâm nghiệp. Nhà xuất bản Khoa học Kỹ thuật.

2. Bùi Thanh Hằng và Ngô Văn Cầm (2009). Nghiên cứu thăm dò một số đặc điểm sinh thái và khả năng gây trồng cây Xoay tại Gia Lai. Tạp chí Khoa học Lâm nghiệp, 4 (4): 2386 - 2393.

3. Phạm Hoàng Hộ (1999). Cây cỏ Việt Nam. Nhà xuất bản Trẻ.

4. Triệu Văn Hùng (Chủ biên) (2007). Lâm sản ngoài gỗ Việt Nam. Nhà xuất bản Bản đồ. 369 trang.

5. Nguyễn Hoàng Nghĩa (1999). Bảo tồn đa dạng sinh học. Nhà xuất bản Nông nghiệp, Hà Nội.

6. Hồng Bích Ngọc, Phạm Cường, Trần Thị Thúy Hằng, Đinh Thị Hương Duyên và Nguyễn Lan Phương (2019). Nghiên cứu kỹ thuật gieo ươm loài Xoay *(Dialium cochinchinensis* Pierre) từ hạt ở tỉnh Thừa Thiên - Huế, Việt Nam. Tạp chí Nông nghiệp và PTNT, 1 (1): 126-136.

7. Clark P. J., Evans F. C. (1954). Distance to nearest neighbour as a measure of spatial relationship in population. Ecology, 35: 445 – 453 pg.

8. Noparat Bamroongrugsa and Othman Yaacob (1990). Production of economic fruits in southern Thailand and northern Malaysia.

9. Ding Hou, K Larsen and SS Larsen (1996). Caesalpiniaceae (Leguminosae-Caesalpinioideae). Flora Malesiana-Series 1, Spermatophyta, 12 (2): 409 - 730.

10. Daniel Marmillod (1982). Methodology and results of studies on the composition and structure of a terrace forest in Amazonia. Doctorate. Georg-August-Universität Göttingen.

11. Nicolas Picard, Steen Magnussen, LudovicNgok Banak, Salomon Namkosserena and Yves Yalibanda (2010). Permanent sample plots for natural tropical forests: A rationale with special emphasis on Central Africa. Environmental Monitoring and Assessment, 164 (1-4): 279-295.

12. Schmidt, L., & Nguyen, V. A. (2005). Dialium cochichinense Pierre. Seed Leaflet, 91 1 - 2.

ECOLOGICAL FACTORS AFFECTING THE REGENERATION DENSITY OF *Dialium cochinchinensis* Pierre IN GIA LAI PROVINCE

Pham Tien Bang, Nguyen Hong Hai, Le Viet Dung, Ngo Van Cam

Summary

The study of ecological factors affecting the regeneration density of the *Dialium cochinchinensis* Pierre in Gia Lai province is based on a survey of the variable range of climatic subregions: Kon Ha Nung (Kbang and Mang Yang districts); Kon Tum, Sa Thay (Ia Grai district), An Khe (An Khe district) and Northeast Ayunpa (Krong Pa district) as well as considering the interact between the ecological factors and the species regeneration. Twelve ecological variables were collected: Importance value index; spatial distribution; basal area; canopy cover; geographic location; slope; altitude; rainfall; temperature; aspect; soil type and rockoutcrop cover. The weight variable approach to a multi-variable regression model is the main tool for detecting ecological factors and combinations of these ecological factors affecting the regeneration density in different site conditions. The results of the study showed that the canopy clearly affected the regeneration of *Dialium cochinchinensis* Pierre. A model of this relationship was also established, in the form of Power model which is the best one to simulate this relationship with statistical indicators R^2adj = 79.4%; MAE = 72.8 trees; ME =-0.005 trees. This result is the scientific basis to propose silvicultural measures in order to the protect and develop the gene aspect of *Dialium cochinchinensis* Pierre species.

Keywords: *Dialium cochinchinensis Pierre, ecological factors, density, regeneration, Gia Lai.*

Người phản biện: TS. Nguyễn Thanh Tân
Ngày nhận bài: 12/10/2020
Ngày thông qua phản biện: 12/11/2020
Ngày duyệt đăng: 19/11/2020