

ĐẠI HỌC HUẾ  
TRƯỜNG ĐẠI HỌC NÔNG LÂM

HUỲNH KIM HIẾU

NGHIÊN CỨU CƠ SỞ KHOA HỌC NHẪM ĐỀ XUẤT  
GIẢI PHÁP KHAI THÁC VÀ PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG  
LOÀI MÂY NƯỚC MỠ TẠI TỈNH QUẢNG NAM

TÓM TẮT LUẬN ÁN TIẾN SĨ LÂM SINH

HUẾ, NĂM 2026

**ĐẠI HỌC HUẾ  
TRƯỜNG ĐẠI HỌC NÔNG LÂM**

**HUỲNH KIM HIẾU**

**NGHIÊN CỨU CƠ SỞ KHOA HỌC NHẪM ĐỀ XUẤT  
GIẢI PHÁP KHAI THÁC VÀ PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG  
LOÀI MÂY NƯỚC MỠ TẠI TỈNH QUẢNG NAM**

**TÓM TẮT LUẬN ÁN TIẾN SĨ LÂM SINH**

**Ngành: Lâm sinh**

**Mã số: 9620205**

**NGƯỜI HƯỚNG DẪN KHOA HỌC:**

**PGS. TS. NGUYỄN VĂN MINH**

**PGS.TS. NGUYỄN VĂN LỢI**

**HUẾ, NĂM 2026**

## MỞ ĐẦU

### 1. Đặt vấn đề

Trong hệ thực vật LSNG tại Việt Nam, các loài thuộc họ Cau dứa (*Arecaceae*), đặc biệt là nhóm song mây, được đánh giá là nguồn tài nguyên có giá trị thương mại và kinh tế cao, chỉ đứng sau cây gỗ và tre nứa. Trong số đó, loài Mây nước mỡ là loài có giá trị vượt trội về mặt kinh tế, sinh thái và xã hội. Theo các tài liệu phân loại thực vật học, loài này phân bố chủ yếu tại các tỉnh duyên hải miền Trung, đặc biệt tập trung tại tỉnh Quảng Nam, nơi có điều kiện địa hình và khí hậu phù hợp cho sự sinh trưởng của loài.

Về mặt sinh thái, Mây nước mỡ đóng vai trò quan trọng hữu ích trong tầng dưới tán rừng, góp phần bảo vệ đất, duy trì độ ẩm và kiến tạo vi môi trường sống cho hệ sinh vật. Về mặt kinh tế - xã hội, đây là nguồn nguyên liệu đầu vào thiết yếu cho ngành thủ công mỹ nghệ và sản xuất nội thất xuất khẩu. Đồng thời, việc thu hái và chế biến mây tạo ra nguồn thu nhập đáng kể, góp phần ổn định sinh kế cho cộng đồng dân tộc thiểu số sống phụ thuộc vào rừng, như các khu vực miền núi của tỉnh Quảng Nam.

Tại tỉnh Quảng Nam, mặc dù tiềm năng phát triển là rất lớn, nhưng các nghiên cứu liên quan đến loài Mây nước mỡ hiện nay còn rất hạn chế. Hiện chưa có các nghiên cứu chuyên sâu, có hệ thống về đặc điểm sinh học, sinh thái, cấu trúc quần thể cũng như cơ sở khoa học cho việc khai thác hợp lý gắn liền với tái sinh và nuôi dưỡng.

Trong khi đó, Chiến lược phát triển lâm nghiệp bền vững Việt Nam giai đoạn 2021–2030, tầm nhìn đến năm 2050 đã đề ra định hướng “phát triển các loài lâm sản ngoài gỗ có giá trị kinh tế cao, gắn với quản lý rừng bền vững và sinh kế của người dân miền núi”. Do đó, việc thực hiện đề tài “**Nghiên cứu cơ sở khoa học nhằm đề xuất giải pháp khai thác và phát triển bền vững loài Mây nước mỡ tại Tỉnh Quảng Nam**” là rất cấp thiết, có ý nghĩa quan trọng về mặt khoa học và thực tiễn sâu sắc.

### 2. Mục tiêu nghiên cứu

#### 2.1. Mục tiêu chung

Xác định đặc điểm sinh học, sinh thái, quy luật phân bố, trữ lượng và lượng tăng trưởng hàng năm làm cơ sở khoa học để đề xuất giải pháp khai thác và phát triển bền vững loài Mây nước mỡ tại tỉnh Quảng Nam cũ, nay là Thành phố Đà Nẵng.

## 2.2. Mục tiêu cụ thể

- Xác định được đặc điểm hình thái và làm rõ vị trí phân loại loài Mây nước mỡ dựa vào đặc điểm hình thái kết hợp chỉ thị DNA mã vạch.

- Xây dựng được bản đồ phân vùng phù hợp sinh thái và phân vùng tiềm năng phát triển loài Mây nước mỡ.

- Xác định được trữ lượng, lượng tăng trưởng hàng năm và xây dựng biểu tham chiếu về dự báo sản lượng khai thác bền vững loài Mây nước mỡ ở rừng tự nhiên tại khu vực nghiên cứu.

- Đề xuất được giải pháp khai thác và phát triển bền vững loài Mây nước mỡ.

## 3. Ý nghĩa khoa học và thực tiễn

**3.1. Ý nghĩa khoa học:** Luận án đã bổ sung và hoàn thiện cơ sở khoa học về đặc điểm hình thái, sinh thái và quy luật phân bố của loài Mây nước mỡ tại tỉnh Quảng Nam cũ (nay là thành phố Đà Nẵng). Kết quả nghiên cứu cũng đã làm rõ mức độ ảnh hưởng của các yếu tố sinh thái và môi trường đến sự hiện diện và tiềm năng phát triển của loài, góp phần lấp đầy khoảng trống nghiên cứu về sinh thái học loài Mây nước mỡ ở Việt Nam.

**3.2. Ý nghĩa thực tiễn:** Luận án đã xây dựng được các bản đồ phân vùng phù hợp sinh thái, phân vùng tiềm năng, mô hình dự báo xu hướng sinh trưởng, tái sinh và các giải pháp đề xuất phù hợp với khung pháp lý hiện hành của ngành lâm nghiệp, góp phần định hướng phát triển LSNG gắn với sinh kế cộng đồng và quản lý rừng bền vững.

## 4. Những đóng góp mới của luận án

- Đây là công trình đầu tiên xác định vị trí phân loại của loài Mây nước mỡ thuộc chi *Calamus* dựa trên cơ sở dữ liệu hình thái kết hợp với sinh học phân tử. Luận án đã đăng ký/công bố 2 đoạn gene trên GenBank và kết quả nghiên cứu đã chỉ ra rằng: trình tự nucleotide của cả 4 vùng gene chỉ thị mã vạch DNA của 23 mẫu Mây nước mỡ trong quần thể đều tương đồng cao với trình tự các vùng gene tương ứng thuộc chi *Calamus*.

- Xây dựng được bản đồ phân vùng phù hợp sinh thái và bản đồ tiềm năng khai thác và phát triển loài Mây nước mỡ trên địa bàn nghiên cứu dựa vào 7 nhân tố sinh thái. Đây là nguồn dữ liệu tham khảo có giá trị cho các nhà quản lý, các nhà hoạch định chính sách trong việc quy hoạch phát triển vùng nguyên liệu loài này.

## CHƯƠNG 1. TỔNG QUAN CÁC VẤN ĐỀ NGHIÊN CỨU

Chương tổng quan được trình bày với 03 nội dung chính:

(1) Cơ sở lý luận bao gồm các vấn đề tổng quan về (i) đặc điểm hình thái song mây; (ii) đặc điểm phân loại; (iii) đặc điểm sinh lý, sinh thái; (iv) đặc điểm phân bố; (v) đặc điểm sinh trưởng và phát triển; (vi) Ứng dụng GIS và viễn thám trong nghiên cứu phân bố loài; (vii) Cơ sở khoa học của việc kết hợp dữ liệu hình thái và dữ liệu phân tử (DNA barcode) trong xác định loài.

(2) Cơ sở thực tiễn bao gồm các vấn đề tổng quan về (i) đặc điểm hình thái song mây; (ii) đặc điểm phân loại; (iii) đặc điểm sinh lý, sinh thái; (iv) đặc điểm phân bố; (v) đặc điểm sinh trưởng và phát triển; (vi) Ứng dụng GIS và viễn thám trong nghiên cứu phân bố loài; (vii) Ứng dụng chỉ thị phân tử trong nghiên cứu song mây.

(3) Luận giải các vấn đề nghiên cứu

Từ kết quả tổng quan các công trình trong và ngoài nước cho thấy việc nghiên cứu loài Mây nước mỡ còn tồn tại nhiều khoảng trống trong nghiên cứu:

+ Thiếu các nghiên cứu chuyên sâu ở cấp độ loài về đặc điểm hình thái – sinh thái và cơ chế thích ứng sinh thái.

+ Chưa có hệ thống đánh giá mức độ phù hợp sinh thái và phân bố tiềm năng của loài dựa trên mô hình tích hợp không gian.

+ Thiếu mô hình dự báo động thái sinh trưởng và sản lượng đối với loài mây – một nhóm LSNG đặc thù nhưng chưa có nền tảng lâm học.

+ Chưa có bộ tiêu chí kỹ thuật và hệ thống giải pháp khai thác – phát triển bền vững dựa trên điều kiện sinh thái cụ thể của từng loài.

## **CHƯƠNG 2. PHẠM VI, ĐỐI TƯỢNG, NỘI DUNG, PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU**

### **2.1. Phạm vi, đối tượng nghiên cứu**

#### **2.1.1. Đối tượng nghiên cứu**

Luận án tập trung nghiên cứu loài Mây nước mỡ ở trong rừng tự nhiên của tỉnh Quảng Nam cũ, nay là Thành phố Đà Nẵng.

#### **2.1.3. Phạm vi nghiên cứu**

- Về thời gian nghiên cứu: Từ tháng 09/2022 đến tháng 09/2025.

- Về không gian nghiên cứu: đề tài được thực hiện trên địa bàn 2 BQLRPH Nam Giang và Đông giang, tỉnh Quảng Nam cũ, nay là Thành phố Đà Nẵng.

- Nội dung: nghiên cứu đặc điểm hình thái, phân vùng sinh thái, trữ lượng và lượng tăng trưởng hàng năm loài Mây nước mỡ.

- Do luận án được thực hiện từ năm 9/2022 đến hết tháng 9/2025 nên các địa danh sử dụng trong luận án là trước ngày 1/7/2025.

### **2.2. Nội dung nghiên cứu**

Nội dung 1. Nghiên cứu đặc điểm hình thái và làm rõ vị trí phân loại của loài Mây nước mỡ dựa vào đặc điểm hình thái kết hợp chỉ thị DNA mã vạch.

Nội dung 2. Xây dựng bản đồ phân vùng sinh thái phù hợp và phân vùng tiềm năng phát triển loài Mây nước mỡ.

Nội dung 3. Xác định trữ lượng, lượng tăng trưởng hàng năm và xây dựng bảng tham chiếu về dự báo trữ lượng của loài

Nội dung 4. Xây dựng các giải pháp khai thác và phát triển bền vững cho loài Mây nước mỡ.

### **2.3. Phương pháp nghiên cứu**

#### **2.3.1. Phương pháp thu thập dữ liệu thứ cấp**

Thu thập các thông tin từ Niên giám thống kê; Phương án quản lý bảo vệ rừng bền vững giai đoạn 2023-2030 của các Ban quản lý; Bản đồ quy hoạch sử dụng đất; Bản đồ hiện trạng rừng; Bản đồ theo dõi diễn biến rừng năm 2024 tại tỉnh Quảng Nam; Bản đồ thổ nhưỡng tỉnh Quảng Nam năm 2008; Các công trình khoa học đã được công bố và các thông tin, tài liệu, bài báo từ nguồn Internet, các cơ sở dữ liệu khoa học tin cậy.

#### **2.3.2. Phương pháp nghiên cứu về đặc điểm hình thái**

Phương pháp nghiên cứu về đặc điểm hình thái của loài Mây nước mỡ được thực hiện theo Nguyễn Nghĩa Thìn (2007), bao gồm chuẩn bị các vật liệu, thu thập và xử lý mẫu vật.

Các chỉ tiêu hình thái được đo gồm các bộ phận: chiều dài thân, đường kính thân, cách mọc thân; kích thước lá, chiều dài lá, số lượng lá chết, chiều dài cuống lá; hình dạng, kích thước, cách xếp lá chết, màu sắc lá, số lượng lông, hình dạng, màu sắc lông trên lá; thìa lia, gổ lá, roi leo, trục lá, kích thước gai, màu sắc gai, hình dạng gai; hình dạng, số lượng, kích thước hoa tự, cách mọc hoa và hình dạng quả, kích thước quả.

### **2.3.3. Phương pháp xác định vị trí phân loại loài Mây nước mỡ dựa vào chỉ thị DNA mã vạch**

#### **2.3.3.1. Vật liệu nghiên cứu**

Tổng cộng 23 mẫu lá cây Mây nước mỡ được chọn lọc và thu thập trên 23 địa điểm thuộc các tiểu khu của các trạng thái rừng khác nhau của hai BQLRPH Đông Giang và Nam Giang, tỉnh Quảng Nam. Các mẫu lá sau khi thu được rửa sạch bằng nước cất và bảo quản lạnh (4°C) trong tối để thực hiện các thí nghiệm tiếp theo.

#### **2.3.3.2. Phương pháp tách chiết DNA tổng số**

Lá Mây nước mỡ (100 mg) được chiết tách và tinh sạch DNA tổng số theo phương pháp mô tả bởi Vaze và cs (2010). Phương pháp dựa trên khả năng tạo phức giữa CTAB (Cetyl trimethyl ammonium bromide) và DNA có trong mẫu. DNA tổng số sau đó được tinh sạch bằng phương pháp phenol: chloroform. Chất lượng DNA được xác định bằng quang phổ ở bước sóng 260 nm và 280 nm trên máy Nanodrop 1000 (Thermo Scientific) và kiểm tra bằng phương pháp điện di trên gel agarose 1% trong dung dịch đệm TAE Tris-Acetate-EDTA 1X và nhuộm bằng thuốc nhuộm Gelred (Biotium, Mỹ).

#### **2.3.3.3. Phương pháp khuếch đại PCR**

- Phương pháp khuếch đại PCR-ISSR: Phản ứng khuếch đại PCR-ISSR được thực hiện trên máy luân nhiệt SimpliAmp™ Thermal Cycler (Thermo Fisher, Mỹ) với tổng thể tích 50 µL bao gồm một số thành phần như sau: 1 µL khuôn mẫu DNA (50 ng/µL), 25 µL đệm phản ứng 2X Green GoTaq® (pH 8.5) (Promega, USA), 1 µL mồi (20 pmol/µL) và 23 µL nước cất vô trùng.

- Phương pháp PCR khuếch đại các vùng gene chỉ thị phân tử mã vạch DNA: Thực hiện phản ứng PCR khuếch đại các vùng gene Ribulose-1,5-Bisphosphate Carboxylase (rbcL), Maturase K (matK) và trnH-psbA có nguồn gốc từ hệ gene lục lạp với các cặp mồi đặc hiệu tương ứng và vùng gene ITS (Internal transcribed spacer 2) thuộc hệ gene nhân với cặp mồi được thiết kế dựa trên mã số MK692394.1. Phản ứng PCR được thực hiện trên máy luân nhiệt SimpliAmp™ Thermal Cycler (Thermo Fisher, Mỹ)

với thành phần phản ứng là: 25  $\mu\text{L}$  GoTaq<sup>®</sup> Green Master Mix, 2X (2,4 mM dNTP mỗi loại, 0,3 đơn vị Taq DNA polymerase, Promega), 10 pmol mỗi xuôi (IDT, Mỹ), 10 pmol mỗi ngược (IDT, Mỹ), 100 ng khuôn mẫu DNA tổng số và bổ sung nước khử ion vô trùng cho đủ 50  $\mu\text{L}$ .

### **2.3.4. Phương pháp xây dựng bản đồ phân vùng phù hợp sinh thái và phân vùng tiềm năng phát triển loài Mây nước mỡ**

#### **2.3.4.1. Phương pháp xây dựng bản đồ phân vùng phù hợp sinh thái**

Ứng dụng GIS và phương pháp phân tích thứ bậc AHP để đánh giá và xây dựng bản đồ phù hợp cho loài Mây nước mỡ dưới tán rừng theo qui trình sau:

Bước 1: Xác định các nhân tố sinh thái ảnh hưởng đến vùng phân bố loài Mây nước mỡ.

Nghiên cứu đã lựa chọn 07 nhân tố chính ảnh hưởng đến phân bố Mây nước mỡ: Khoảng cách đến nguồn nước, loại đất, độ dày tầng đất, đai cao, độ dốc, hướng phơi địa hình và độ tàn che.

Bước 2: Xây dựng cơ sở dữ liệu nghiên cứu: Xây dựng dữ liệu lớp che phủ thực vật rừng; Xây dựng dữ liệu đai cao, độ dốc và hướng phơi địa hình; Xây dựng dữ liệu tiếp cận nguồn nước; Xây dựng lớp dữ liệu về đất và độ dày tầng đất.

Bước 3: Xác định trọng số và điểm thích hợp của các nhân tố sinh thái ảnh hưởng đến phân bố loài Mây nước mỡ.

Bước 4: Xây dựng bản đồ phân vùng phù hợp loài Mây nước mỡ

#### **2.3.4.2. Phương pháp xây dựng bản đồ phân vùng tiềm năng khai thác và phát triển loài Mây nước mỡ**

Các bước xây dựng bản đồ tiềm năng phát triển loài Mây nước mỡ chi tiết như sau:

Bước 1: Xác định vùng phù hợp loài Mây nước mỡ.

Bước 2: Xác định các nhân tố ảnh hưởng đến tiềm năng khai thác và phát triển Mây nước mỡ.

Nghiên cứu xác định các nhân tố bao gồm: khả năng tiếp cận rừng nơi có Mây nước mỡ phân bố từ thống thủy văn (sông, suối), tiếp cận rừng Mây nước mỡ phân bố từ mạng lưới đường giao thông và đai cao.

Bước 3: Xác định trọng số của các nhân tố ảnh hưởng đến tiềm năng khai thác và phát triển loài Mây nước mỡ.

Bước 4: Xây dựng bản đồ phân vùng tiềm năng khai thác và phát triển loài Mây nước mỡ.

### **2.3.5. Phương pháp điều tra đánh giá trữ lượng và lượng tăng trưởng hàng năm loài Mây nước mỡ.**

#### **2.3.5.1. Phương pháp thiết lập tuyến và ô mẫu điều tra**

Phương pháp xác định tuyến và ô tiêu chuẩn theo hướng dẫn của Charles.M. Peter và cs năm 2014 “Hệ thống phân loại, sinh thái và quản lý Song Mây ở Campuchia, Lào và Việt Nam - Cơ sở sinh học về sử dụng bền vững”.

#### **2.3.5.2. Điều tra hiện trường**

- Tiến hành điều tra mây theo phương pháp ô tiêu chuẩn theo tuyến. Trên các tuyến điều tra các ô tiêu chuẩn có diện tích 200 m<sup>2</sup>.

- Năm 2023, điều tra xác định trữ lượng: Tiến hành điều tra trên các trạng thái rừng có phân bố Mây nước mỡ. Tiến hành đo đếm các chỉ tiêu theo mẫu phiếu lập sẵn.

- Năm 2023, tiến hành điều tra lượng tăng trưởng: Tiến hành điều tra, gắn etyket, định vị để xác định lượng tăng trưởng cho loài Mây nước mỡ.

Tại mỗi BQLRPH, với mỗi cấp chiều dài tiến hành đo ít nhất 30 cây/cấp chiều dài – tương đương số lượng cây điều tra tăng trưởng = 6 cấp chiều dài x 30 cây = 180 cây cho loài trên mỗi BQLRPH. Số cây này sẽ được tiến hành đo lại sau 1 năm (năm 2024). Tiến hành đo đếm các chỉ tiêu theo mẫu phiếu lập sẵn.

### **2.3.6. Phương pháp xây dựng các giải pháp phát triển bền vững loài Mây nước mỡ tại khu vực nghiên cứu.**

Sử dụng bảng hỏi để phỏng vấn người dân khai thác mây, cán bộ của các ban QLRPH để thu thập thông tin về tình hình quản lý LSNG (mây), các mối đe dọa đến sự sinh tồn của loài. Kết hợp với kết quả nghiên cứu của luận án để xây dựng các giải pháp.

## CHƯƠNG 3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

### 3.1. Đặc điểm hình thái và vị trí phân loại loài Mây nước mỡ

#### 3.1.1. Đặc điểm hình thái loài Mây nước mỡ

Đặc điểm hình thái loài Mây nước mỡ được mô tả với các đặc điểm sau: Thân mọc cụm, thân trưởng thành dài hơn 20 m, mang nhiều đốt, mỗi đốt dài từ 18-31cm và đường kính lên đến 2,9 cm. Bẹ lá màu xanh vàng hoặc nâu với lông màu nâu đỏ, gai mọc dày với các gai dẹt hình tam giác màu nâu, dài 1,5-3,5 cm nằm xen kẽ giữa nhiều gai ngắn màu đen. Cuống lá dài từ 12-27 cm, trục lá dài 1,2-1,8 m, mỗi bên có 35-45 lá chét hình mác, xếp đều đặn, mỗi lá dài 2,5-2,7 m hoặc đôi khi xếp không đều thành từng cụm có khoảng cách từ 6,5-10 cm; Lá chét dài 31-48 cm, rộng 2-2,5 cm, có 3 gân chính; có lông cứng ở mép lá, gân bên ở mặt trên và gân chính ở mặt dưới. Thìa lia không rõ, gôi trên bẹ lá thường có lông tơ dài 1,2-1,4 mm. Thông thường, lá của cây con non có màu nâu đỏ và có các lá chét xếp đều so với thân trưởng thành, với cuống lá có các nhóm gai màu vàng gồm 3-5 gai, và khoảng cách giữa các cụm gai trên trục lá từ 9 đến 12,5 cm và ở dưới trục lá từ 5-8 cm, roi leo xuất hiện dài từ 1,2-1,5 m. Cụm hoa được bao quanh bởi các lá bắc dài từ 30-85 cm. Quả hình cầu, đường kính 10 x 11 mm, nhọn, màu nâu vàng

#### 3.1.2. Vị trí phân loại loài Mây nước mỡ

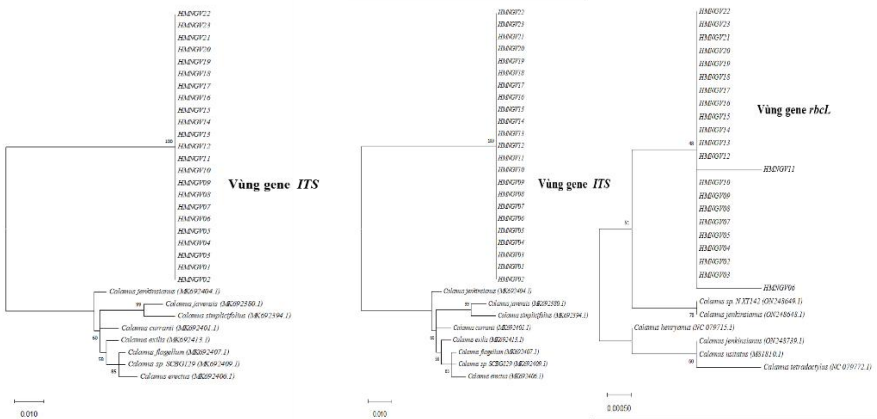
**Bảng 3.2.** Đặc tính di truyền dựa trên các vùng gene của quần thể Mây nước mỡ

Tên vùng gene	Kích thước vùng gene (bp)	S	Tỷ lệ nucleotide đa hình (%)	h	k	$\pi$ ( $\times 10^{-3}$ )	Khoảng cách di truyền (Trung bình)
rbcL	740	2	0,270276	3	0,174	0,240	0- 0,001355 (0,000236)
matK	924	0	0	1	0	0	0
trnH-psbA	678	0	0	1	0	0	0
ITS	467	0	0	1	0	0	0
rbcL+matK+ trnH-psbA + ITS	2.809	2	-	3	0,174	0,070	-

Kết quả phân tích di truyền và xác định tên khoa học cho các cá thể mây nước mỡ dựa trên 4 vùng gene cho thấy chỉ có vùng gene rbcL xuất hiện hai vị trí nucleotide sai khác giữa 23 cá thể, chiếm tỷ lệ 0,270276% trên tổng chiều dài của vùng gene. Tương ứng với số lượng

nucleotide khác biệt trung bình trên tổng chiều dài vùng gene (k) và hệ số đa dạng nucleotide ( $\pi$ ) lần lượt là 0,174 và  $0,240 \times 10^{-3}$ .

Kích thước của các vùng gene thu được từ các cá thể mây nước mở sau khi giải trình tự và hiệu chỉnh tương ứng là 740 bp (gene *rbcL*), 924 bp (gene *matK*), 678 bp (gene *trnH-psbA*) và 467 bp (gene *ITS*), các trình tự nucleotide này được ký gửi trên Genbank với các mã số tương ứng là PP104953 đến PP104975 (*rbcL*), PP104978 đến PP105000 (*matK*), PP109235 đến PP109257 (*ITS*) và PP117900 đến PP117921 (*trnH-psbA*).



**Hình 3.5.** Cây phát sinh loài của quần thể Mây nước mỡ dựa trên một số vùng gene và tổ hợp của chúng

Kết quả so sánh trình tự nucleotide các vùng gene chỉ thị mã vạch DNA thu được từ 23 cá thể trong quần thể Mây nước mỡ nghiên cứu so với trình tự nucleotide của các vùng gene tương ứng được công bố trên ngân hàng gene Mỹ (GenBank) bằng chương trình BLAST cho thấy: Đối với vùng gene *ITS* thuộc hệ gene nhân thu được từ các cá thể Mây nước mỡ cho tỷ lệ tương đồng cao nhất chỉ đối với loài *Calamus jenkinsianus* có gai màu đen phân bố bên ngoài thân cây (mã số MK692404.1) với tỷ lệ chỉ có 88,64%. Trong khi đó, kết quả trình tự nucleotide của tổ hợp 3 vùng gene *rbcL*, *matK* và *trnH-psbA* thuộc hệ gene lục lạp có mức độ bao phủ vùng gene đạt 100% tương ứng với mức độ tương đồng dao động từ 99,73 đến 100% đối với loài *Calamus sp. N\_XT142* (mã số: ON248649.1) (hình 3.5).

Do vậy, kết quả phân tích sinh học phân tử dựa trên các vùng gene chỉ thị mã vạch DNA *rbcL*, *matK* và *trnH-psbA* cho thấy toàn bộ 23 mẫu Mây nước mỡ thu thập tại khu vực nghiên cứu đều thuộc chi *Calamus*, với mức độ tương đồng cao (99,73–100%) so với các trình tự

tương ứng đã được công bố trên GenBank. Tuy nhiên, các trình tự này không tương đồng với trình tự của loài *Calamus applanatus* đã được công bố, điều này cho thấy chưa có đủ bằng chứng phân tử để khẳng định mẫu nghiên cứu thuộc loài này. Về mặt hình thái, các đặc điểm của cá thể Mây nước mỡ trong nghiên cứu thể hiện sự tương đồng nhất định với các mô tả về loài Mây nước mỡ đã công bố trước đây, với các tên gọi như *Daemonorops poilanei*, *Daemonorops applanata* và *Calamus applanatus*. Sự không thống nhất về tên loài phản ánh những khó khăn và phức tạp trong phân loại đối với nhóm mây nước, đặc biệt khi chỉ dựa trên đặc điểm hình thái.

Trên cơ sở tiếp cận tổng hợp giữa hình thái học và sinh học phân tử, nghiên cứu này chưa đủ cơ sở khoa học để khẳng định chắc chắn loài Mây nước mỡ tại tỉnh Quảng Nam thuộc một loài đã được mô tả cụ thể. Tuy nhiên, có thể xác định một cách tin cậy rằng loài này thuộc chi *Calamus* và có vị trí phân loại gần với nhóm mây nước đã được ghi nhận ở Việt Nam. Các cá thể Mây nước mỡ (23 cá thể) trong quần thể nghiên cứu được chúng tôi đặt tên loài với ngữ loài chưa xác định như sau: *Calamus sp.* (in: monocots) isolate HMNGV01 đến HMNGV23.

### **3.2. Xây dựng bản đồ phân vùng sinh thái phù hợp và phân vùng tiềm năng khai thác, phát triển loài Mây nước mỡ**

#### **3.2.1. Xây dựng bản đồ phân vùng sinh thái phù hợp loài Mây nước mỡ**

##### **3.2.1.1. Các nhân tố ảnh hưởng đến mức độ phù hợp của loài**

Trên cơ sở phân tích các nhân tố sinh thái đặc thù của loài Mây nước mỡ, tham khảo ý kiến của 5 cán bộ có chuyên môn của mỗi đơn vị và kế thừa kết quả nghiên cứu của Nguyễn Văn Lợi và cs, nghiên cứu đã tiến hành xây dựng hệ thống tiêu chí và phân hạng mức độ phù hợp của từng chỉ tiêu trong các nhân tố sinh thái có ảnh hưởng đến sự phân bố và phát triển của loài. Kết quả xử lý số liệu và phân hạng được trình bày chi tiết trong bảng 3.11.

**Bảng 3.11. Phân hạng phù hợp cho loài Mây nước mỡ**

Nhân tố sinh thái	Phân hạng phù hợp			
	Phù hợp cao	Phù hợp trung bình	Phù hợp thấp	Không phù hợp
Độ tàn che (%)	0,3-0,5	0,1-0,3	0,5-0,7	> 0,7; < 0,1
Đai cao (m)	< 300	300-500	500-700	> 700
Độ dốc (độ)	< 10	10-20	20-30	> 30
Khoảng cách đến nguồn nước (m)	< 500	500-1000	1000-1500	> 1500
Hướng phơi địa hình	Hướng Đông, Đông Nam	Hướng Nam, Tây Nam, Đông Bắc	Hướng Bắc, Tây	Hướng Tây Bắc, Bắc
Loại đất	Fa, Ha	Fs, Rv, Pc, d	Fq, Pbc, Fe, Fv	Py, Xa, Hs, E, Hq
Độ dày tầng đất (cm)	> 70	50-70	30-50	< 30

Kết quả đã xác định 07 nhân tố sinh thái chính ảnh hưởng đến sự tồn tại và phát triển của loài Mây nước mỡ dưới tán rừng tự nhiên, gồm: độ tàn che, đai cao, độ dốc, khoảng cách đến nguồn nước, hướng phơi địa hình, loại đất và tầng dày đất. Kết quả cho thấy, loài Mây nước mỡ phát triển tối ưu trong điều kiện rừng tự nhiên có độ tàn che trung bình (0,3–0,5), đai cao dưới 300 m, độ dốc dưới 10°, khoảng cách gần nguồn nước dưới 500 m và hướng phơi là Đông hoặc Đông Nam. Bên cạnh đó, các khu vực có loại đất Feralit hoặc granit (Fa, Ha), tầng đất dày trên 70 cm, là môi trường thích hợp nhất. Ngược lại, những nơi có độ tàn che quá dày (> 0,7), đai cao > 700 m, độ dốc lớn (> 30°), khoảng cách đến nguồn nước xa hơn 1500 m, hướng phơi Tây Bắc hoặc Bắc, đất bạc màu và tầng đất mỏng < 30 cm được xác định là không phù hợp cho loài.

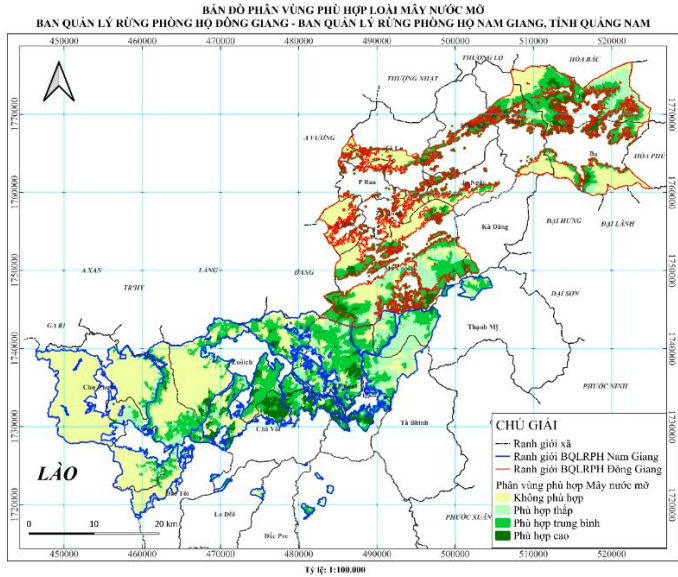
### 3.2.1.2. Xây dựng bản đồ phù hợp loài Mây nước mỡ

**Bảng 3.21. Diện tích các mức độ phù hợp của loài Mây nước mỡ**

TT	Phân hạng phù hợp	BQLRPH Đông Giang		BQLRPH Nam Giang	
		ha	%	ha	%
1	Phù hợp cao	3661,36	11,57	3747,42	6,75
2	Phù hợp TB	10830,93	34,23	16327,03	29,41
3	Phù hợp thấp	3090,72	9,77	6670,76	12,02
4	Không phù hợp	14057,46	44,43	28764,87	51,82
Tổng		31.640,47	100	55.510,08	100

Qua bảng 3.21 cho thấy, trong cả hai khu vực BQLRPH Đông Giang và Nam Giang nhóm “không phù hợp” chiếm tỷ lệ tối đa, lần lượt đạt 44,43% và 51,82%. Phản ánh rằng phần lớn diện tích hiện tại chưa đáp ứng đầy đủ các điều kiện sinh thái tối ưu cho sự phân bố và phát triển của loài

Mây nước mỡ. Nhóm “phù hợp trung bình” chiếm tỷ lệ lớn thứ hai ở cả hai khu vực (34,23% tại Đông Giang; 29,41% tại Nam Giang). Trong khi đó, nhóm “Phù hợp cao” chiếm diện tích thấp nhất trong cả hai khu vực, đạt 11,57% tại Đông Giang và 6,75% tại Nam Giang. Khu vực hạn chế này cho thấy sinh cảnh thực sự tối ưu cho loài chưa có nhiều, đồng thời phản ánh sự cần thiết phải bảo vệ và duy trì các khu vực có điều kiện thuận lợi này.



**Hình 3.8.** Phân vùng phù hợp sinh thái Mây nước mỡ tại BQLRPH Đông Giang và Nam Giang

### 3.2.2. Xây dựng bản đồ phân vùng tiềm năng khai thác và phát triển Mây nước mỡ

#### 3.2.2.1. Các nhân tố ảnh hưởng đến tiềm năng khai thác và phát triển Mây nước mỡ

Các nhân tố này bao gồm: Tiếp cận rừng Mây nước mỡ từ mạng lưới đường giao thông; tiếp cận rừng Mây nước mỡ từ hệ thống sông suối; đai cao. Kết quả tính toán các trọng số và điểm tiềm năng của từng nhân tố được thể hiện ở bảng 3.22.

**Bảng 3.22.** Trọng số và điểm tiềm năng của các nhân tố ảnh hưởng đến tiềm năng

TT	Nhân tố ảnh hưởng đến tiềm năng	Trọng số	Chỉ tiêu (m)	Điểm tiềm năng
1	Tiếp cận rừng Mây nước mỡ từ mạng lưới đường giao thông (MLĐGT)	0,540	< 2000	4
			2000 - 4000	3
			4000 - 6000	2
			> 6000	1
2	Đai cao (ĐC)	0,300	< 300	4
			300 - 500	3
			500 - 700	2
			> 700	1
3	Tiếp cận rừng Mây nước mỡ từ hệ thống sông suối (HTSS)	0,160	< 500	4
			500 - 1000	3
			1000 - 1500	2
			> 1500	1
Tổng		1,000	-	-

**3.2.2.2. Xây dựng bản đồ tiềm năng khai thác và phát triển loài Mây nước mỡ**

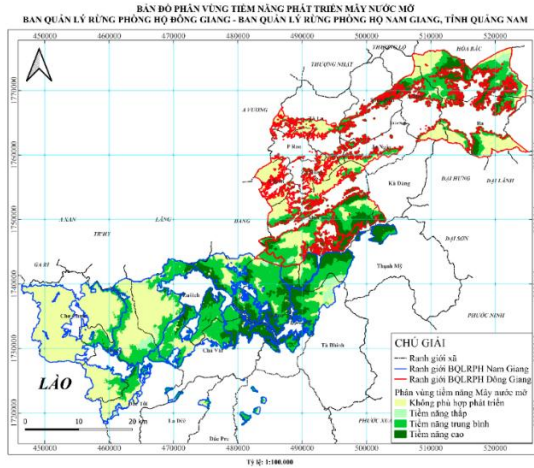
Diện tích phân hạng và bản đồ tiềm năng phát triển của loài tại các BQLRPH được mô tả chi tiết tại bảng 3.27 và hình 3.9 dưới đây.

**Bảng 3.27.** Diện tích tiềm năng phát triển loài Mây nước mỡ tại khu vực nghiên cứu

TT	Phân hạng tiềm năng	BQLRPH Đông Giang		BQLRPH Nam Giang	
		ha	%	ha	%
1	Tiềm năng cao	5.603,11	17,71	8.030,65	14,47
2	Tiềm năng TB	10.273,37	32,47	16.117,83	29,04
3	Tiềm năng thấp	475,63	1,50	725,79	1,31
4	Không tiềm năng phát triển	15.288,36	48,32	30.635,81	55,19
Tổng		31.640,47	100	55.510,08	100

Qua bảng 3.27 cho thấy, gần 50% diện tích toàn lâm phần BQLRPH Đông Giang thuộc nhóm tiềm năng từ trung bình đến cao – phản ánh những điều kiện sinh thái thuận lợi cho sinh trưởng của Mây nước mỡ. Ngược lại, gần 48% diện tích còn lại (15.288,36 ha) được đánh giá là không tiềm năng. Tại khu vực BQLRPH Nam Giang, tỷ lệ phân bố có sự tương đồng nhất định với BQLRPH Đông Giang. Diện tích tiềm năng cao chiếm 8.030,65 ha (14,47%), trong khi vùng tiềm năng trung bình chiếm 16.117,83 ha (29,04%), tổng cộng có tới 43,51% diện tích có thể xem xét quy hoạch phát triển loài Mây nước mỡ. Tuy nhiên, tại BQLRPH Nam

Giang có diện tích không tiềm năng phát triển cao hơn với 30.635,81 ha (55,19%), phần lớn ở các khu vực đai cao > 700 m hoặc các rừng trồng, đất trống, nơi loài này không có điều kiện sinh thái thích hợp để tồn tại và phát triển. Phân hạng tiềm năng thấp ở cả hai đơn vị đều chiếm tỷ lệ nhỏ (BQLRPH Đông Giang: 475,63 ha – 1,50% và BQLRPH Nam Giang: 725,79 ha – 1,31%), phản ánh thực tế rằng loài Mây nước mỡ có tính chọn lọc sinh cảnh khá rõ rệt.



*Hình 3.9. Phân vùng tiềm năng khai thác và phát triển Mây nước mỡ tại BQLRPH Nam Giang và Đông Giang*

### 3.3. Trữ lượng, lượng tăng trưởng và bảng tham chiếu về dự báo trữ lượng của loài Mây nước mỡ tại khu vực nghiên cứu.

#### 3.3.1. Đánh giá mức tăng trưởng của loài tại 2 BQLRPH

Để đánh giá tốc độ tăng trưởng sau 1 năm, trước tiên tiến hành kiểm tra sự khác biệt về tốc độ tăng trưởng giữa 2 khu vực nghiên cứu. Tiêu chuẩn T được sử dụng để kiểm tra hai mẫu độc lập. Kết quả kiểm định sự khác biệt về tốc độ tăng trưởng hàng năm của loài Mây nước mỡ tại hai BQLRH thể hiện ở bảng 3.32.

*Bảng 3.32. Tăng trưởng trung bình sau 1 năm của loài Mây nước mỡ tại 2 BQLRPH*

BQLRPH	N (cây)	TB (m)	SE (m)	T tính	Sig (2-tailed).
Nam Giang	183	2,2	0,11056	0,834	0,405
Đông Giang	203	2,3	0,10246		

Kết quả kiểm tra độc lập cho thấy giá trị T = 0,834 với giá trị mức ý nghĩa Sig.(2-tailed) = 0,405 lớn hơn 0,05, đặc biệt về tăng trưởng chiều dài

trung bình giữa hai khu vực không có ý nghĩa thống kê. Điều này cho phép kết luận rằng tăng trưởng chiều dài trung bình của thân mây tại hai BQLRPH không khác biệt đáng kể và có thể xem là tương đồng trong bối cảnh nghiên cứu. Vì vậy, dữ liệu từ hai khu vực được gộp lại để phân tích chung trong các bước tiếp theo.

### 3.3.2. Đánh giá lượng tăng trưởng theo các cấp chiều dài

**Bảng 3.33.** Lượng tăng trưởng chiều dài sau 1 năm theo cấp chiều dài

Cấp H	Số mẫu	Trung bình (m)	Sai tiêu chuẩn (SE) (m)	Nhỏ nhất (m)	Lớn nhất (m)	F tính	Sig.
1	70	0,3407 <sup>a</sup>	0,05215	0,00	2,16	105,704	<0,0001
2	66	1,3303 <sup>b</sup>	0,11574	0,00	3,85		
3	62	2,5298 <sup>c</sup>	0,13677	0,40	5,10		
4	61	3,1436 <sup>d</sup>	0,17577	0,40	5,80		
5	61	3,3144 <sup>d</sup>	0,09573	2,10	6,10		
6	66	3,1591 <sup>d</sup>	0,12116	0,90	5,40		
Tổng	<b>386</b>						

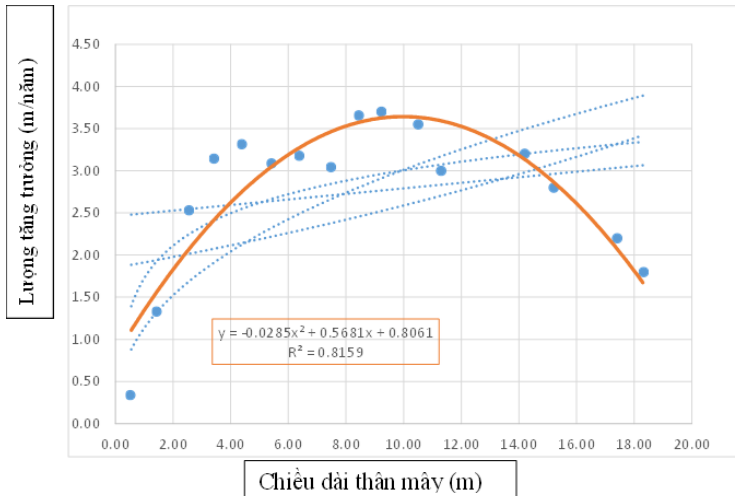
*Ghi chú: a, b, c, d: cho biết sự khác nhau về tăng trưởng hàng năm*

Qua bảng 3.33. cho thấy, lượng tăng trưởng trung bình sau 1 năm có sự khác biệt đáng kể giữa các cấp chiều dài, cho thấy xu hướng cây càng dài thì có lượng tăng trưởng càng lớn. Nhóm cây từ cấp 4 đến cấp 6, khi cây bắt đầu bước vào giai đoạn ổn định hơn về sinh trưởng và lượng tăng trưởng sau 1 năm của cấp 4 đến cấp 6 gần như giống nhau và khác với nhóm cây cấp 1- cấp 3.

Dựa trên các nhóm chiều dài và lượng tăng trưởng trung bình tương ứng, có thể thiết lập phương trình tương quan giữa lượng tăng trưởng với chiều dài (hình 3.10).

### 3.3.3. Mối tương quan giữa lượng tăng trưởng với chiều dài

Mối tương quan giữa tăng trưởng chiều dài hàng năm và chiều dài thân mây của loài Mây nước mỡ.



**Hình 3.10.** Tương quan giữa tăng trưởng chiều dài hàng năm và chiều dài thân mây

Trong số 5 mô hình tương quan được khảo sát, hệ số xác định  $R^2$  của mô hình tương quan parabol là cao nhất so với các mô hình còn lại. Vì vậy, nên chọn mô hình tương quan parabol để dự báo lượng tăng trưởng hàng năm theo chiều dài của thân Mây nước mờ.

Phương trình tương quan cho loài Mây nước mờ như sau:

$$Y = -0,0285X^2 + 0,5681X + 0,8061 \quad R^2 = 0,8159$$

Trong đó: Y: lượng tăng trưởng hàng năm

X: chiều dài thân mây

### 3.3.4. Trữ lượng loài Mây nước mờ hiện có tại 2 BQLRPH

**Bảng 3.34.** Trữ lượng loài Mây nước mờ tại BQLRPH Nam Giang

Trạng thái rừng	Cấp tiềm năng thương mại		Tổng (cây)	Trữ lượng tươi (kg/ha)		Diện tích (ha)	Tổng (kg)	Tổng (tấn)
	< 4 m	≥ 4 m		< 4 m	≥ 4 m			
<b>TXK</b>	611	101	712	69,6	124,4	541,86	105151,4	<b>105,2</b>
<b>TXN</b>	401	64	465	21,8	37,5	8736,49	518127,1	<b>518,1</b>
<b>TXB</b>	61	0	61	3,9	0,0	16988,7	65614,2	<b>65,6</b>
<b>DT2</b>	62	5	67	7,1	6,2	10299	136209,0	<b>136,2</b>
<b>Tổng</b>	<b>1135</b>	<b>170</b>	<b>1305</b>			<b>36566,04</b>	<b>825101,7</b>	<b>825,1</b>

**Bảng 3.35. Trữ lượng loài Mây nước mỡ tại BQLRPH Đông Giang**

Trạng thái rừng	Cấp tiềm năng thương mại		Tổng (cây)	Trữ lượng tươi (kg/ha)		Diện tích (ha)	Tổng (kg)	Tổng (tấn)
	< 4 m	≥ 4 m		< 4 m	≥ 4 m			
<b>TXK</b>	211	27	238	18,5	13,5	4456,5	142274,5	<b>142,3</b>
<b>TXN</b>	378	34	412	21,7	11,1	4346,48	142468,8	<b>142,5</b>
<b>TXB</b>	197	15	212	6,8	3,0	18862,82	184556,7	<b>184,6</b>
<b>DT2</b>	7	0	7	1,2	0,0	846,05	984,7	<b>1,0</b>
<b>Tổng</b>	<b>793</b>	<b>76</b>	<b>869</b>			<b>28511,85</b>	<b>470284,8</b>	<b>470,3</b>

Bảng 3.34 cho thấy, tại BQLRPH Nam Giang có tổng trữ lượng tươi đạt 825,1 tấn, với phần lớn tập trung ở trạng thái rừng nghèo (518,1 tấn). Trạng thái rừng trung bình có trữ lượng thấp nhất (65,6 tấn) và trạng thái rừng này không có cây đạt chiều dài cấp thương mại. Khối lượng tươi bình quân dao động từ 25,6 đến 42 kg/ha, cao nhất ở cây đạt chiều dài cấp thương mại (≥ 4 m) tại TXK. Nhìn chung, Nam Giang có tiềm năng sinh khối cao, cho thấy điều kiện sinh thái và công tác quản lý rừng tại đây khá hiệu quả.

Tương tự ở bảng 3.35 của BQLRPH Đông Giang cho thấy, tổng trữ lượng tươi đạt 470,3 tấn, trong đó trạng thái rừng trung bình đạt trữ lượng nhiều nhất (184,6 tấn), dù số cây không cao nhưng diện tích khá lớn, cho thấy năng suất sinh khối cao tại khu vực này. Trạng thái DT2 gần như không đáng kể (1,0 tấn) do có mật độ thấp và diện tích nhỏ. Khối lượng tươi bình quân khá thấp, chỉ từ 6,9 đến 12,0 kg/ha. Nhìn chung, trữ lượng và năng suất loài Mây nước mỡ ở Đông Giang thấp hơn Nam Giang, có thể do điều kiện sinh thái không thuận lợi hoặc mức độ tác động trước đó lớn hơn.

### **3.3.5. Chu kỳ và sản lượng khai thác bền vững loài Mây nước mỡ**

#### **3.3.5.1. Xác định chu kỳ khai thác bền vững**

Với giả định khoảng thời gian là 20 năm và với các chu kỳ thu hoạch là 3 năm, 4 năm, 5 năm hoặc 6 năm, kết quả cho thấy sản lượng thu hoạch theo chiều dài và khối lượng theo các chu kỳ khai thác là khác nhau như sau:

**Bảng 3.41. Sản lượng thu hoạch bền vững theo từng chu kỳ khai thác tại Nam Giang**

Sản lượng thu hoạch mỗi chu kỳ	Chu kỳ khai thác (năm)	Số vụ khai thác trong 20 năm	Chiều dài (m/vụ)	Khối lượng tươi (Kg/vụ)	Tổng chiều dài (m)	Tổng khối lượng tươi (Kg)
Trạng thái rừng						
Thường xanh nghèo kiệt (TXK)	3	6	2088,2	301,7	12529	1810,4
	4	5	3986,0	576,0	19930	2879,9
	5	4	7068,7	1021,4	28275	4085,7
	6	3	11678,2	1687,5	35035	5062,5
Thường xanh nghèo (TXN)	3	6	659,8	95,3	3959	572,1
	4	5	1252,6	181,0	6263	905,0
	5	4	2188,8	316,3	8755	1265,1
	6	3	3581,2	517,5	10744	1552,4
Thường xanh trung bình (TXB)	3	6	40,9	5,9	246	35,5
	4	5	154,9	22,4	774	111,9
	5	4	350,2	50,6	1401	202,4
	6	3	645,1	93,2	1935	279,7
Đất trồng có tái sinh cây gỗ (DT2)	3	6	188,7	27,3	1132	163,6
	4	5	378,3	54,7	1892	273,4
	5	4	659,0	95,2	2636	380,9
	6	3	1071,2	154,8	3214	464,4

**Bảng 3.42. Sản lượng thu hoạch bền vững theo từng chu kỳ khai thác tại Đông Giang**

Sản lượng thu hoạch mỗi chu kỳ	Chu kỳ khai thác (năm)	Số vụ khai thác trong 20 năm	Chiều dài (m/vụ)	Khối lượng tươi (Kg/vụ)	Tổng chiều dài (m)	Tổng khối lượng tươi (Kg)
Trạng thái rừng						
Thường xanh nghèo kiệt (TXK)	3	6	532,1	76,9	3193	461,3
	4	5	797,4	115,2	3987	576,1
	5	4	1207,9	174,5	4832	698,2
	6	3	1817,7	262,7	5453	788,0
Thường xanh nghèo (TXN)	3	6	499,7	72,2	2998	433,3
	4	5	856,3	123,7	4282	618,7
	5	4	1380,0	199,4	5520	797,6
	6	3	2148,8	310,5	6446	931,5
Thường xanh trung bình (TXB)	3	6	123,2	17,8	739	106,8
	4	5	243,3	35,2	1216	175,8
	5	4	440,3	63,6	1761	254,5
	6	3	735,6	106,3	2207	318,9
Đất trồng có tái sinh cây gỗ (DT2)	3	6	22,5	3,2	135	19,5
	4	5	41,7	6,0	208	30,1
	5	4	67,7	9,8	271	39,2
	6	3	105,4	15,2	316	45,7

Qua bảng 3.41 và 3.42 cho thấy, chu kỳ khai thác dài hơn mang lại hiệu quả vượt trội cả về chiều dài và khối lượng. Tuy nhiên, nếu điều kiện không cho phép chu kỳ khai thác quá dài (6 năm) thì nên tổ chức khai thác với chu kỳ 4 năm vì nó có tổng sản lượng lớn hơn hoặc nhỏ hơn không đáng kể so với chu kỳ 5 năm. Điều này khẳng định vai trò của thời gian tích lũy sinh khối trong chiến lược khai thác bền vững và chu kỳ 4 hoặc 6 năm là phù hợp hơn cho mục tiêu tối ưu hóa sản phẩm và duy trì tính bền vững tài nguyên mây tại cả hai khu vực.

## 3.3.5.2. Xác định lượng khai thác bền vững theo chu kỳ

**Bảng 3.46. Tổng sản lượng khai thác bền vững với chu kỳ khai thác 4 năm**

<b>Nam Giang</b>		1/4 diện tích được khai thác hàng năm			Khai thác toàn bộ diện tích hàng năm		
Loại Rừng	Khối lượng tươi (Kg/ha)	Diện tích khai thác tiềm năng (ha/năm)	Tổng khối lượng tươi (Tấn/năm)	Khối lượng tươi (Kg/ha)	Diện tích khai thác tiềm năng (ha/năm)	Tổng khối lượng tươi (Tấn/năm)	
TXX	576,0	135,47	78,03	144,0	541,86	78,03	
TXN	181,0	2184,12	395,34	45,3	8736,49	395,34	
TXB	22,4	4247,18	95,04	5,6	16988,70	95,04	
DT2	54,7	2574,75	140,76	13,7	10299	140,76	
<b>Tổng</b>		<b>9141,51</b>	<b>709,17</b>		<b>36566,05</b>	<b>709,17</b>	
<b>Đông Giang</b>							
TXX	115,2	1114,13	128,38	28,8	4456,5	128,38	
TXN	123,7	1086,62	134,45	30,9	4346,48	134,45	
TXB	35,2	4715,71	165,77	8,8	18862,82	165,77	
DT2	6,0	211,51	1,27	1,5	846,05	1,27	
<b>Tổng</b>		<b>7127,96</b>	<b>429,87</b>		<b>28511,85</b>	<b>429,87</b>	

**Bảng 3.47. Tổng sản lượng khai thác bền vững với chu kỳ khai thác 6 năm**

<b>Nam Giang</b>		1/6 diện tích được khai thác hàng năm			Khai thác toàn bộ diện tích hàng năm		
Loại Rừng	Khối lượng tươi (Kg/ha)	Diện tích khai thác tiềm năng (ha/năm)	Tổng khối lượng tươi (Tấn/năm)	Khối lượng tươi (Kg/ha)	Diện tích khai thác tiềm năng (ha/năm)	Tổng khối lượng tươi (Tấn/năm)	
TXX	1687,5	90,31	152,40	281,2	541,86	152,40	
TXN	517,5	1456,08	753,50	86,2	8736,49	753,50	
TXB	93,2	2831,45	263,96	15,5	16988,70	263,96	
DT2	154,8	1716,50	265,69	25,8	10299	265,69	
<b>Tổng</b>		<b>6094,34</b>	<b>1435,55</b>		<b>36566,05</b>	<b>1435,55</b>	
<b>Đông Giang</b>							
TXX	262,7	742,75	195,09	43,8	4456,5	195,09	
TXN	310,5	724,41	224,93	51,8	4346,48	224,93	
TXB	106,3	3143,80	334,19	17,7	18862,82	334,19	
DT2	15,2	141,01	2,15	2,5	846,05	2,15	
<b>Tổng</b>		<b>4751,98</b>	<b>756,36</b>		<b>28511,85</b>	<b>756,36</b>	

Dữ liệu từ bảng 3.46 và 3.47 cho thấy, tổng sản lượng khai thác bền vững loài Mây nước mỡ phụ thuộc vào chu kỳ khai thác. Với chu kỳ 4 năm (bảng 3.45), tổng khối lượng tươi hàng năm ước đạt 1139,05 tấn, trong đó Nam Giang đóng góp 709,17 tấn và Đông Giang 429,87 tấn, bất kể phương án khai thác 1/4 hay toàn bộ diện tích mỗi năm. Khi áp dụng chu kỳ khai thác 6 năm (bảng 3.46), tổng sản lượng tăng đáng kể đạt 2191,91 tấn/năm, với Nam Giang chiếm 1435,55 tấn và Đông Giang đạt 756,36 tấn. So sánh giữa hai phương án cho thấy chu kỳ khai thác dài hơn (6 năm) mang lại sản lượng cao hơn gần 52% so với chu kỳ 4 năm.

#### **3.4. Một số giải pháp khai thác và phát triển bền vững loài Mây nước mỡ**

- Giải pháp phân vùng quản lý theo mức độ phù hợp sinh thái.
- Giải pháp về khai thác bền vững gắn với chu kỳ sinh trưởng đã xác lập.
  - Giải pháp điều chỉnh độ tàn che và quản lý cạnh tranh sinh thái.
  - Giải pháp bảo vệ tầng đất mặt và điều kiện lập địa then chốt.
  - Giải pháp trồng bổ sung và làm giàu rừng dựa trên bản đồ phân vùng phù hợp.
  - Giải pháp bảo vệ tài nguyên và giảm thiểu tác động bên ngoài.

## CHƯƠNG 4. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

### 4.1. Kết luận

Trên cơ sở hệ thống các mục tiêu nghiên cứu đã đặt ra và toàn bộ khối dữ liệu điều tra - phân tích thu thập được tại hai BQLRPH Nam Giang và Đông Giang, luận án đã làm sáng tỏ một cách toàn diện những đặc điểm sinh thái, sinh trưởng và trữ lượng của loài Mây nước mỡ (*Calamus sp.*) trong điều kiện rừng tự nhiên tỉnh Quảng Nam cũ, nay là Thành phố Đà Nẵng, đồng thời đề xuất được các định hướng và giải pháp quản lý - khai thác mang tính bền vững. Các kết luận chính của luận án được tóm lược như sau:

#### a. Vị trí phân loại loài Mây nước mỡ

- Trên cơ sở phân tích dữ liệu phân tử, 23 cá thể Mây nước mỡ thu thập tại hai BQLRPH Đông Giang và Nam Giang (tỉnh Quảng Nam cũ) được xác định thuộc chi *Calamus*, tuy nhiên chưa đủ cơ sở để định danh đến mức loài. Các mẫu nghiên cứu được đặt tên với ngữ loài chưa xác định là *Calamus sp.* (in: monocots), từ HMNGV01 đến HMNGV23. Trình tự nucleotide của các vùng gene chuẩn (*rbcL*, *matK*, *ITS* và *trnH-psbA*) của 23 cá thể đã được giải trình tự và đăng ký trên cơ sở dữ liệu GenBank với các mã số tham chiếu tương ứng.

- Kết quả phân tích đa dạng di truyền dựa trên chỉ thị ISSR cho thấy có mức độ đa dạng di truyền cao giữa 23 cá thể Mây nước mỡ (*Calamus sp.*) trong quần thể nghiên cứu (tỷ lệ % tương đồng = 79,918%,  $h^* = 0,277$ ,  $I^* = 0,417$ ) phân bố ở Đông Giang và Nam Giang, tỉnh Quảng Nam. Mô hình cây phân nhóm cho thấy 23 cá thể Mây nước mỡ (*Calamus sp.*) chia thành 3 nhóm và hầu hết các kiểu gene được phân cụm theo cùng phân bố địa lý của chúng và có sự khác biệt đáng kể về đa dạng di truyền.

Như vậy, luận án đã làm rõ trạng thái phân loại chưa thống nhất của loài Mây nước mỡ tại khu vực nghiên cứu, đồng thời cung cấp dữ liệu sinh học phân tử và hình thái làm cơ sở khoa học quan trọng cho các nghiên cứu phân loại tiếp theo.

#### b. Xây dựng bản đồ phân vùng phù hợp sinh thái và tiềm năng phát triển

- Luận án xác định được hệ thống bao gồm 7 nhân tố sinh thái chủ yếu ảnh hưởng đến sự phân bố của loài Mây nước mỡ tại khu vực nghiên cứu, bao gồm: Độ tàn che, đai cao, độ dốc, khoảng cách đến nguồn nước, hướng phơi, loại đất và tầng dày đất. Trong đó: độ tàn che, khoảng cách đến nguồn nước và loại đất được xác định là các nhân tố có mức độ ảnh hưởng lớn nhất theo trọng số AHP. Đồng thời cũng xác định được 3 nhân

tổ ảnh hưởng đến tiềm năng phát triển của loài, đó là: Tiếp cận rừng Mây nước mỡ từ mạng lưới đường và khu dân cư, đai cao và tiếp cận rừng Mây nước mỡ từ các hệ thống sông, suối.

- Luận án đã xây dựng các bản đồ phân vùng phù hợp sinh thái và phân vùng tiềm năng phát triển cho hai BQLRPH Đông Giang và Nam Giang. Kết quả phân vùng cho thấy: Diện tích “không phù hợp” chiếm tỷ lệ lớn nhất ở cả hai khu vực (44,43% tại Đông Giang và 51,82% tại Nam Giang). Diện tích “phù hợp trung bình” chiếm khoảng 29–34%. Diện tích “phù hợp cao” còn hạn chế (6,75–11,57%), chủ yếu phân bố ở các khu vực có điều kiện địa hình thấp, tầng đất sâu và gần nguồn nước. Các bản đồ này là cơ sở khoa học quan trọng để quy hoạch sử dụng đất lâm nghiệp và bố trí các vùng khai thác – phục hồi loài trong thời gian tới.

c. Trữ lượng, lượng tăng trưởng và mô hình dự báo sản lượng

- Luận án đã xác định được trữ lượng, lượng tăng trưởng hiện có và xây dựng bộ số liệu dự báo tái sinh, sinh trưởng trong chu kỳ 10 năm cho loài Mây nước mỡ tại khu vực nghiên cứu. Kết quả nghiên cứu của luận án cho thấy trữ lượng, tổng chiều dài thân mây/ha và lượng tăng trưởng tăng mạnh theo thời gian, đặc biệt từ năm thứ 6 trở đi. Trong đó có sự khác biệt rõ rệt giữa hai vùng sinh thái Nam Giang và Đông Giang, cho thấy tác động mạnh mẽ của điều kiện sinh thái đến năng suất loài. Bộ số liệu dự báo được xây dựng giúp lượng hóa xu thế phát triển của loài theo thời gian và làm cơ sở khoa học cho việc đề xuất chu kỳ khai thác hợp lý.

- Sản lượng thu hoạch (chiều dài, khối lượng tươi) cũng như tổng sản lượng thu hoạch bền vững trong khoảng thời gian 20 năm của loài Mây nước mỡ đã được xác định theo các chu kỳ khai thác khác nhau. Kết quả cho thấy chu kỳ khai thác 6 năm hoặc 4 năm sẽ cho tổng sản lượng thu hoạch tốt hơn các chu kỳ khai thác khác, trong đó chu kỳ khai thác 6 năm là tối ưu nhất.

d. Giải pháp khai thác và phát triển loài Mây nước mỡ

Luận án đã đề xuất được hệ thống giải pháp kỹ thuật khai thác và phát triển bền vững cho loài Mây nước mỡ đảm bảo tính toàn diện: kết hợp giữa cơ sở sinh thái, kết quả nghiên cứu của luận án, yêu cầu pháp lý hiện hành và thực tiễn quản lý rừng tại tỉnh Quảng Nam cũ, nay là Thành phố Đà Nẵng.

#### **4.2. Hạn chế của luận án**

Mặc dù luận án đã đạt được những mục tiêu nghiên cứu đề ra, song vẫn tồn tại một số hạn chế khách quan và chủ quan như sau:

- Hạn chế về dữ liệu phân loại: Việc xác định tên khoa học chính xác của loài Mây nước mỡ còn chịu ảnh hưởng bởi hạn chế của 4 chỉ thị phân tử (*matK*, *rbcL*, *trnH-psbA*, *ITS*). Các chỉ thị này có độ phân giải chưa đủ cao đối với nhóm *Calamus*, dẫn đến kết quả phân loại chưa thể khẳng định ở mức tuyệt đối.

- Hạn chế về chuỗi số liệu sinh trưởng theo thời gian: Luận án đã sử dụng mô hình hóa và dự báo tăng trưởng dựa trên chuỗi quan sát ngắn hạn, thay vì theo dõi dài hạn. Do đó, các mô hình dự báo động thái 10 năm mang tính quy chiếu và cần được kiểm chứng bằng thực nghiệm theo thời gian.

- Hạn chế về phạm vi không gian: Nghiên cứu chỉ tiến hành tại hai BQLRPH Nam Giang và Đông Giang, nên kết quả chưa phản ánh đầy đủ toàn bộ biến động sinh thái của loài trên phạm vi rộng hơn của tỉnh Quảng Nam hoặc vùng Trung Trung Bộ.

- Hạn chế về các yếu tố quản lý - xã hội: Luận án mới tập trung vào phân tích sinh thái và kỹ thuật, chưa đi sâu đánh giá tác động của cơ chế chính sách, thị trường lâm sản, hoặc sự tham gia của cộng đồng - những yếu tố quan trọng của quản lý lâm sản ngoài gỗ bền vững.

#### **4.3. Kiến nghị**

Từ những kết quả và hạn chế của luận án, các kiến nghị và hướng nghiên cứu tiếp theo được luận án đề xuất như sau:

- Tiếp tục nghiên cứu sử dụng các vùng gen chỉ thị phân tử cao hơn cũng như tiến đến giải trình tự hệ gen của loài Mây nước mỡ để xác định chính xác tên khoa học của loài nhằm phục vụ cho những ứng dụng của loài sau này.

- Xây dựng các ô theo dõi lâu dài để ghi nhận động thái sinh trưởng - tái sinh theo chu kỳ nhiều năm. Đây sẽ là dữ liệu chuẩn để hoàn thiện mô hình dự báo sản lượng và xác định chu kỳ khai thác tối ưu.

- Mở rộng phạm vi nghiên cứu sang các địa bàn lân cận có điều kiện sinh thái tương đồng như Tây Giang, Phước Sơn... nhằm hoàn thiện bản đồ phân bố và đánh giá sự ổn định của mô hình AHP-GIS.

- Tích hợp nghiên cứu kinh tế - xã hội, đánh giá chuỗi giá trị mây, thị trường tiêu thụ, mức độ phụ thuộc sinh kế của cộng đồng để đề xuất mô hình đồng quản lý LSNQ theo hướng bền vững.

## **DANH MỤC CÁC CÔNG TRÌNH ĐÃ CÔNG BỐ LIÊN QUAN ĐẾN LUẬN ÁN**

1. **Huynh Kim Hieu**, Nguyen Van Loi, Nguyen Van Minh, Ho Thanh Ha. Application of DNA barcode for the genetic analysis and identifying a May nuoc mo species in Quang Nam Province, Central Vietnam. Biodiversitas Journal of Biological Diversity, Indonesia, Volume 25, Number 8, August 2024. Pages: 3299-3308 (Scopus, Q3).  
<https://doi.org/10.13057/biodiv/d250801>
2. Huỳnh Kim Hiếu, Nguyễn Văn Lợi, Lê Thái Hùng, Nguyễn Thị Thương, Vũ Thị Thùy Trang, Dương Văn Thành, Nguyễn Văn Minh. Kiến thức bản địa của người Cơ Tu trong quản lý và phát triển bền vững loài Mây nước mỡ (*Calamus* sp.) ở huyện Đông Giang và Nam Giang, tỉnh Quảng Nam. Tạp chí Khoa học Đại học Huế: Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn, Tập 134, Số 3C, 2025, Tr. 5 – 16.  
<https://doi.org/10.26459/hueunijard.v134i3C.7649>
3. **Huỳnh Kim Hiếu**, Nguyễn Văn Lợi, Nguyễn Thị Thương, Vũ thị Thùy Trang, Nguyễn Văn Minh. Ứng Dụng GIS và Viễn thám trong xây dựng bản đồ phân bố phù hợp loài Mây nước mỡ (*Calamus* sp.) tại Thành phố Đà Nẵng. Tạp chí Nông nghiệp và Môi trường, kỳ 2 – tháng 11/2025, trang 54 - 64.  
<https://nnmt.net.vn/tap-chi-nong-nghiep-va-moi-truong-so-22-ky-2-thang-11-nam-2025>
4. **Huynh Kim Hieu**, Nguyen Van Loi, Dang Thanh Long, Nguyen Van Minh (2026). Application of ISSR markers to analyze the genetic diversity of the May nuoc mo species (*Calamus* sp.) in Quang Nam province, Central Vietnam. Research Journal of Biotechnology, Vol.21(2) February 2026. Pages: 1 - 9 (Scopus, Q4).  
<https://doi.org/10.25303/212rjbt0109>

**HUE UNIVERSITY  
UNIVERSITY OF AGRICULTURE AND FORESTRY**

**HUYNH KIM HIEU**

**RESEARCH ON THE SCIENTIFIC BASIS FOR PROPOSING  
SOLUTIONS ON SUSTAINABLE EXPLOITATION AND  
DEVELOPMENT OF THE MAY NUOC MO  
IN QUANG NAM PROVINCE**

**SUMMARY OF DOCTORAL THESIS IN  
SILVICULTURE**

**HUE, 2026**

**HUE UNIVERSITY  
UNIVERSITY OF AGRICULTURE AND FORESTRY**

**HUYNH KIM HIEU**

**RESEARCH ON THE SCIENTIFIC BASIS FOR PROPOSING  
SOLUTIONS ON SUSTAINABLE EXPLOITATION AND  
DEVELOPMENT OF THE MAY NUOC MO  
IN QUANG NAM PROVINCE**

**SUMMARY OF DOCTORAL THESIS IN  
SILVICULTURE**

**Major: Silviculture**

**Code: 9620205**

**SCIENTIFIC SUPERVISORS:  
Assoc. Prof. Dr. Nguyen Van Minh  
Assoc. Prof. Dr. Nguyen Van Loi**

**HUE, 2026**

## INTRODUCTION

### 1. Rationale for the Study

In the flora of non-timber forest products (NTFPs) in Vietnam, species belonging to the *Arecaceae* family, particularly the rattan group, are considered high-value commercial and economic resources, ranking only after timber and bamboo. Among them, the May nuoc mo stands out as a species with superior economic, ecological, and social value. According to botanical classification documents, this species is mainly distributed in the coastal provinces of the Central Vietnam, with a particularly high concentration in Quang Nam Province, where the topographic and climatic conditions are highly suitable for its growth and development.

From an ecological perspective, the May nuoc mo plays a significant and beneficial role in the forest understory, contributing to soil protection, moisture retention, and the creation of microhabitats for various living organisms. From an economic and social standpoint, it serves as an essential raw material for the handicraft industry and exported furniture production. At the same time, the harvesting and processing of rattan provide considerable income, helping to stabilize livelihoods for ethnic minority communities living in forest-dependent areas, particularly in the mountainous regions of Quang Nam Province.

In Quang Nam Province, despite its high development potential, research on the May nuoc mo remains very limited. To date, there have been no in-depth, systematic studies on its biological and ecological characteristics, population structure, or the scientific basis for rational harvesting in conjunction with regeneration and sustainable cultivation.

Meanwhile, Vietnam's National Forestry Development Strategy for the period 2021–2030, with a vision to 2050, has outlined the direction of “developing high-value non-timber forest products in association with sustainable forest management and the livelihoods of mountainous communities”. Therefore, conducting the research project entitled “*Research on the scientific basis for proposing solutions on sustainable exploitation and development of the May nuoc mo in Quang Nam province*” is highly urgent and holds significant importance in both scientific and practical terms.

### 2. Objectives

#### 2.1. General Objectives

The objective of this study is to determine the biological and ecological characteristics, distribution patterns, stock volume, and annual

growth increment of the May nuoc mo as the scientific basis for proposing solutions for sustainable harvesting and development of the species in the former Quang Nam Province, now belonging to Da Nang City.

## **2.2. Specific Objectives**

To determine the morphological characteristics and clarify the taxonomic position of the May nuoc mo based on a combination of morphological traits and DNA barcoding markers.

To develop a map of suitable ecological zones and potential development zones for the May nuoc mo.

To determine the stock volume, annual growth increment, and to construct a reference table for forecasting sustainable harvest yield of the May nuoc mo in natural forests within the study area.

To propose solutions for the sustainable harvesting and development of the May nuoc mo.

## **3. Scientific and practical significance**

**3.1. Scientific significance:** This thesis has supplemented and refined the scientific basis regarding the morphological characteristics, ecology, and distribution patterns of the Bamboo species in the former Quang Nam province (now Da Nang city). The research results have also clarified the extent of the influence of ecological and environmental factors on the presence and development potential of the species, contributing to filling a research gap on the ecology of Bamboo in Vietnam.

**3.2. Practical Significance:** The thesis has developed ecologically appropriate zoning maps, potential zoning maps, models for predicting growth and regeneration trends, and proposed solutions consistent with the current legal framework of the forestry sector, contributing to guiding the development of non-timber forest products in conjunction with community livelihoods and sustainable forest management.

## **4. Novel contributions**

This study represents the first effort to determine the taxonomic position of the May nuoc mo of the *Calamus* genus based on an integrated dataset combining morphological characteristics with molecular evidence. Two gene sequences were registered and published in GenBank, and the results demonstrated that the nucleotide sequences of all four DNA barcode regions from 23 sampled individuals of the May nuoc mo exhibited high similarity to the corresponding gene regions within the *Calamus* genus.

Furthermore, ecological niche modeling was employed to construct both a suitability map and a potential exploitation and development map for the May nuoc mo across the study area, based on seven ecological factors. These outputs provide a valuable reference dataset for resource managers and policy makers in planning and developing sustainable raw material zones for this species.

## CHAPTER 1. OVERVIEW OF RESEARCH

The overview chapter is presented with three main sections:

(1) Theoretical basis includes general issues on (i) morphological characteristics of rattan; (ii) taxonomic characteristics; (iii) physiological and ecological characteristics; (iv) distribution characteristics; (v) growth and development characteristics; (vi) application of GIS and remote sensing in species distribution research; (vii) scientific basis of combining morphological data and molecular data (DNA barcode) in species identification.

(2) Practical basis includes general issues on (i) morphological characteristics of rattan; (ii) taxonomic characteristics; (iii) physiological and ecological characteristics; (iv) distribution characteristics; (v) growth and development characteristics; (vi) application of GIS and remote sensing in species distribution research; (vii) application of molecular markers in rattan research.

(3) Interpretation of research issues

A review of previous studies, both domestic and international, reveals that research on the May nuoc mo still contains significant gaps:

- + There is a lack of in-depth investigations at the species level addressing morphological and ecological characteristics as well as adaptation mechanisms.

- + No systematic assessment has yet been conducted on ecological suitability and potential distribution of the species using integrated spatial modeling approaches.

- + There is a lack of predictive models for growth dynamics and yield in rattans, a distinctive group of non-timber forest products (NTFPs) that currently lack a silvicultural foundation.

- + Technical criteria and comprehensive strategies for sustainable harvesting and development, tailored to the specific ecological conditions of each species, have not been established.

## **CHAPTER 2. SCOPE, SUBJECTS, CONTENT, AND RESEARCH METHODS**

### **2.1. Scope and Subject**

#### **2.1.1. Research Subject**

This thesis focuses on studying the species of the May nuoc mo in the natural forests of the former Quang Nam province, now Da Nang City.

#### **2.1.3. Scope**

- Regarding the research period: From September 2022 to September 2025.

- Regarding the research area: the study was conducted in the Nam Giang and Dong Giang Forest Protection Management Boards, formerly Quang Nam province, now Da Nang City.

- Content: Research on the morphological characteristics, ecological zoning, stock, and annual growth rate of the May nuoc mo species.

- Since the thesis was completed between September 2022 and the end of September 2025, the place names used in the thesis are from before July 1, 2025.

### **2.2. Research Content**

Content 1: Investigation of morphological characteristics and clarification of the taxonomic position of the May nuoc mo based on morphological traits combined with DNA barcode markers.

Content 2: Development of ecological suitability maps and potential distribution maps for the May nuoc mo.

Content 3: Determination of stock volume, annual growth increment, and establishment of reference tables for predicting the species' resource availability.

Content 4: Formulation of strategies for sustainable harvesting and development of the May nuoc mo under specific ecological conditions.

### **2.3. Materials and Methods**

#### **2.3.1. Methods for collecting secondary data**

Data sources included the Statistical Yearbook; the Sustainable Forest Management Plans for the period 2023–2030 prepared by the respective Management Boards; land-use planning maps; current forest status maps; forest change monitoring maps for 2024 in Quảng Nam Province; the soil maps of Quảng Nam Province (2008); published scientific works; and additional information, documents, and articles retrieved from reliable Internet sources and scientific databases.

#### **2.3.2. Research methods for morphological characteristics**

The study of morphological characteristics of the May nuoc mo was conducted following the methodology of Nguyễn Nghĩa Thìn (2007), including preparation of materials, collection, and processing of specimens.

Morphological parameters measured encompassed: stem length, stem diameter, and stem growth form; leaf size, leaf length, number of leaflets, and petiole length; leaflet shape, size, arrangement, leaf color, number of hairs, as well as hair shape and color; presence and structure of ocrea, knee, climbing whip, leaf rachis, spine size, spine color, and spine morphology; inflorescence shape, number, size, mode of emergence, and fruit morphology and dimensions.

### ***2.3.3. Method for determining the taxonomic position of the May nuoc mo species based on DNA barcoding markers***

#### ***2.3.3.1. Research materials***

A total of 23 leaf samples of the May nuoc mo were selected and collected from 23 sites located within different forest sub-compartments of the Đông Giang and Nam Giang Forest Management Boards, Quảng Nam Province. After collection, the leaf samples were rinsed with distilled water and stored under dark, cold conditions (4 °C) for subsequent experimental analyses.

#### ***2.3.3.2. Method for extracting total DNA***

Leaves of the May nuoc mo (100 mg) were subjected to total DNA extraction and purification following the method described by Vaze et al. (2010). This protocol is based on the ability of CTAB (cetyltrimethylammonium bromide) to form complexes with DNA present in the sample. The extracted DNA was subsequently purified using the phenol–chloroform method. DNA quality was assessed spectrophotometrically at wavelengths of 260 nm and 280 nm using a Nanodrop 1000 spectrophotometer (Thermo Scientific), and further verified by electrophoresis on 1% agarose gel in 1× TAE (Tris–Acetate–EDTA) buffer, followed by staining with GelRed dye (Biotium, USA).

#### ***2.3.3.3. PCR Amplification Method***

- ISSR-PCR amplification: The ISSR-PCR reactions were performed using a SimpliAmp™ Thermal Cycler (Thermo Fisher, USA) in a total volume of 50 µL. The reaction mixture contained: 1 µL template DNA (50 ng/µL), 25 µL 2× Green GoTaq® reaction buffer (pH 8.5) (Promega, USA), 1 µL primer (20 pmol/µL), and 23 µL sterile distilled water.

- PCR amplification of DNA barcode regions: PCR reactions targeting the chloroplast gene regions *rbcL*, *matK*, and *trnH-psbA* were conducted using their respective specific primer pairs, as well as the nuclear gene region ITS2 with primers designed based on accession number MK692394.1. Amplifications were carried out on a SimpliAmp™ Thermal Cycler (Thermo Fisher, USA) with a reaction mixture consisting of 25 µL GoTaq® Green Master Mix, 2× (containing 2.4 mM of each dNTP and 0.3 units of Taq DNA polymerase, Promega), 10 pmol forward primer (IDT, USA), 10 pmol reverse primer (IDT, USA), 100 ng total DNA template, and sterile deionized water to a final volume of 50 µL.

### ***2.3.4. Methods for constructing ecological suitability maps and potential development zoning maps for the May nuoc mo species.***

#### *2.3.4.1. Method for constructing ecological suitability zoning maps*

Geographic Information Systems (GIS) combined with the Analytic Hierarchy Process (AHP) were applied to evaluate and construct ecological suitability maps for the May nuoc mo under forest canopy conditions, following the procedure below:

Step 1. Identification of ecological factors influencing species distribution.

Seven key ecological factors were selected as determinants of the May nuoc mo distribution: distance to water sources, soil type, soil depth, elevation, slope, aspect, and canopy cover.

Step 2. Development of the research database.

Datasets were established for forest vegetation cover, elevation, slope, and aspect; accessibility to water sources; and soil type and soil depth.

Step 3. Determination of weights and suitability scores.

Weights and suitability values for each ecological factor influencing the distribution of the May nuoc mo were defined using the AHP approach.

Step 4. Construction of ecological suitability maps.

Based on the weighted factors and integrated spatial analysis, ecological suitability zoning maps for the May nuoc mo were generated.

#### *2.3.4.2. Method for constructing potential exploitation and development zoning maps for*

Steps for constructing potential development maps of the May nuoc mo:

Step 1. Identification of suitable areas for the May nuoc mo.

Areas ecologically suitable for the species were delineated as the foundation for further analysis.

Step 2. Determination of factors influencing exploitation and development potential.

The study identified key factors including: accessibility to forests where the May nuoc mo occurs via hydrological networks (rivers and streams), accessibility through the road network, and elevation zones.

Step 3. Assignment of weights to influencing factors.

Weights were determined for each ecological and accessibility factor affecting the exploitation and development potential of the May nuoc mo.

Step 4. Construction of potential exploitation and development zoning maps.

Based on the weighted factors and integrated spatial analysis, zoning maps for potential exploitation and development of the May nuoc mo were generated.

### ***2.3.5. Method for Assessing Stock Volume and Annual Growth of the May nuoc mo***

#### ***2.3.5.1. Method for establishing survey routes and sample plots***

The transect and standard-plot design was implemented following the guidelines of Charles M. Peter et al. (2014), “Classification, ecology and management system for rattans in Cambodia, Laos and Vietnam - Biological basis for sustainable use.

#### ***2.3.5.2. Field survey procedures***

Rattan surveys were conducted using the standard-plot-along-transect method. Along each transect, standard sample plots of 200 m<sup>2</sup> were established.

In 2023, stock (standing volume) surveys were carried out in forest stands where *Calamus* sp. occurs. Measurements and counts were recorded according to pre-designed data sheets.

In 2023, growth monitoring was conducted by tagging and geolocating individuals to determine annual increment for *Calamus* sp.

At each forest management unit (BQLRPH), for each stem-length class at least 30 individuals per class were measured - i.e., 6 length classes × 30 individuals = 180 individuals per BQLRPH. These tagged individuals were re-measured after one year (in 2024). All variables were recorded using the standardized field data forms.

### ***2.3.6. Method for developing sustainable management solutions for the May nuoc mo in the study area***

The study employed structured questionnaires to interview local rattan harvesters and staff of the forest management board to collect information

on the current management of non-timber forest products (rattan), and on threats to the species' survival. These socio-economic and management data were integrated with the dissertation's ecological and inventory results to formulate practical, site-specific solutions for the sustainable exploitation and development of the May nuoc mo.

## CHAPTER 3. RESEARCH RESULTS AND DISCUSSION

### 3.1. Morphological characteristics and taxonomic position of the May nuoc mo species

#### 3.1.1. Morphological characteristics

The morphological characteristics of the May nuoc mo are described as follows: The stems grow in clumps, mature stems are over 20 m long, bearing many nodes, each node 18-31 cm long and up to 2.9 cm in diameter. The leaf sheaths are yellowish-green or brown with reddish-brown hairs, densely packed with flat, triangular, brown spines 1.5-3.5 cm long interspersed with many short black spines. The petioles are 12-27 cm long, the leaf axis is 1.2-1.8 m long, each side bearing 35-45 lanceolate leaflets, arranged regularly, each leaflet 2.5-2.7 m long or sometimes irregularly arranged in clusters with a spacing of 6.5-10 cm; the leaflets are 31-48 cm long, 2-2.5 cm wide, with 3 main veins; there are stiff hairs on the leaf margins, lateral veins on the upper surface and main veins on the lower surface. The stipules are indistinct, and the leaf sheaths are usually covered with long hairs 1.2-1.4 mm long. Typically, the leaves of young plants are reddish-brown and have leaflets arranged evenly along the mature stem, with petioles bearing groups of 3-5 yellow spines. The distance between these spine clusters along the leaf axis is 9-12.5 cm, and below the leaf axis is 5-8 cm. Trailing tendrils appear, 1.2-1.5 m long. The inflorescence is surrounded by bracts 30-85 cm long. The fruit is spherical, 10 x 11 mm in diameter, pointed, and yellowish-brown.

#### 3.1.2. Taxonomic position

**Table 3.2 . Genetic characteristics based on gene regions of the May nuoc mo population**

Gene region name	Gene region size (bp)	S	Percentage of polymorphic nucleotides (%)	h	k	$\pi$ ( $\times 10^{-3}$ )	Genetic distance (Medium)
rbcL	740	2	0.270276	3	0.174	0.240	0- 0.001355 (0.000236)
matK	924	0	0	1	0	0	0
trnH-psbA	678	0	0	1	0	0	0
ITS	467	0	0	1	0	0	0
rbcL+matK+trnH-psbA + ITS	2,809	2	But	3	0.174	0.070	But



, and *trnH-psbA* in the chloroplast genome showed a gene region coverage of 100%, corresponding to a similarity level ranging from 99.73 to 100% with the species *Calamus sp.* N\_XT142 (code: ON248649.1) (Figure 3.5).

Therefore, molecular biological analysis based on the DNA marker gene regions *rbcL*, *matK*, and *trnH-psbA* showed that all 23 samples of the May nuoc mo collected in the study area belonged to the genus of *Calamus*, with a high degree of similarity (99.73–100%) to the corresponding sequences published on GenBank. However, these sequences did not match the sequence of the species *Calamus applanatus* that had been published, indicating that there was insufficient molecular evidence to confirm that the studied samples belonged to this species. Morphologically, the characteristics of the *Calamus* individuals in the study showed a certain similarity to previously published descriptions of *Calamus* species, with names such as *Daemonorops poilanei*, *Daemonorops applanata*, and *Calamus applanatus*. This inconsistency in species naming reflects the difficulties and complexities in classifying the *Calamus* genus, especially when based solely on morphological characteristics.

Based on a comprehensive approach combining morphology and molecular biology, this study does not yet have sufficient scientific basis to definitively confirm that the May nuoc mo species in Quang Nam province belongs to a specifically described species. However, it can be reliably determined that this species belongs to the genus of *Calamus* and has a taxonomic position close to the *Calamus* genus already recorded in Vietnam. The May nuoc mo individuals (23 individuals) in the studied population were given the following species names with the unidentified species group: *Calamus sp.* (in: monocots) isolate HMNGV01 to HMNGV23.

### **3.2. Development of ecological-suitability maps and potential exploitation zones for the May nuoc mo species**

#### **3.2.1. Development of ecological-suitability maps for the may nuoc mo species**

##### **3.2.1.1. Factors affecting the suitability of a species**

Based on the analysis of the specific ecological factors of the May nuoc mo species, consulting with five experts from each unit, and building upon the research results of Nguyen Van Loi et al., this study developed a system of criteria and ranked the suitability of each indicator among the ecological factors influencing the distribution and development of the species. The results of data processing and ranking are presented in detail in Table 3.11.

**Table 3.11.** Suitability ranking for the *May nuoc mo*

Ecological factors	Appropriate classification			
	High suitability	Medium suitability	Low suitability	Unsuitable
Canopy cover (%)	0.3-0.5	0.1-0.3	0.5-0.7	> 0.7; < 0.1
Belt height (m)	< 300	300-500	500-700	> 700
Slope (degrees)	< 10	10-20	20-30	> 30
Distance to water source (m)	< 500	500-1000	1000-1500	> 1500
Aspect	East, Southeast	South, Southwest, Northeast	North, West	Northwest, North
Soil type	Fa, Ha	Fs, Rv, Pc, d	Fq, Pbc, Fe, Fv	Py, Xa, Hs, E, Hq
Soil depth (cm)	> 70	50-70	30-50	< 30

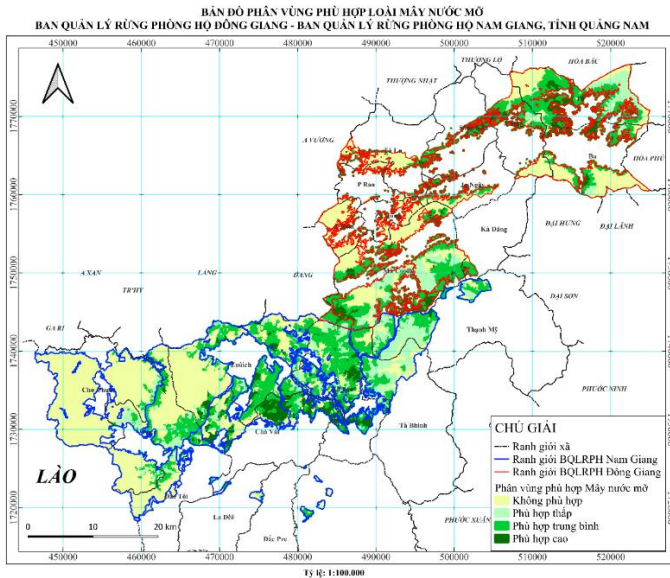
The results identified seven main ecological factors affecting the survival and development of the *May nuoc mo* species under the canopy of natural forests, including: canopy cover, altitude, slope, distance to water sources, aspect, soil type, and soil depth. The results showed that *May nuoc mo* thrives optimally in natural forests with medium canopy cover (0.3–0.5), altitude below 300 m, slope below 10°, distance to water sources below 500 m, and exposure direction to the East or Southeast. In addition, areas with Feralit or granite soils (Fa, Ha) and a soil thickness of over 70 cm are the most suitable environments. Conversely, areas with excessively dense canopy cover (> 0.7), altitude zones > 700 m, steep slopes (> 30°), distances to water sources greater than 1500 m, northwest or north-facing orientation, poor soil quality, and thin soil layers (< 30 cm) were identified as unsuitable for the species.

### 3.2.1.2. Development of suitable map for the *May nuoc mo*

**Table 3.21.** Area of suitable conditions for the *May nuoc mo*

No.	Appropriate classification	Dong Giang Forest Protection Management Board		Nam Giang Forest Protection Management Board	
		ha	%	ha	%
1	High suitability	3661.36	11,57	3747.42	6.75
2	Medium suitability	10830.93	34.23	16327.03	29.41
3	Low suitability	3090.72	9.77	6670.76	12.02
4	Unsuitable	14057.46	44.43	28764.87	51.82
Total		31,640.47	100	55,510.08	100

Table 3.21 shows that in both the Dong Giang and Nam Giang Forest Management Areas, the "unsuitable" group accounts for the maximum percentage, reaching 44.43% and 51.82% respectively. This reflects that the majority of the current area does not fully meet the optimal ecological conditions for the distribution and development of the May nuoc mo. The "moderately suitable" group accounts for the second largest percentage in both areas (34.23% in Dong Giang; 29.41% in Nam Giang). Meanwhile, the "Highly Suitable" group accounted for the lowest percentage in both regions, reaching 11.57% in Dong Giang and 6.75% in Nam Giang. This limited area shows that the truly optimal habitat for the species is still scarce, and reflects the need to protect and maintain these areas with favorable conditions.



*Figure 3.8 . Ecological suitability zoning of the May nuoc mo in the Dong Giang and Nam Giang Forest Management Boards*

### **3.2.2. Construction of potential zoning maps for harvesting and development of the may nuoc mo**

#### **3.2.2.1. Factors affecting the potential for exploitation and development of the May nuoc mo**

These factors include: Access to the Bamboo Forest from the road network; access to the Bamboo Forest from the river and stream system; and altitude zones. The results of calculating the weights and potential scores of each factor are shown in Table 3.22.

**Table 3.2 2. Weights and potential scores of factors influencing potential**

No.	Factors influencing potential	Weight	Indicator (m)	Potential points
1	Accessing the May nuoc mo forest from the road network	0.540	< 2000	4
			2000 - 4000	3
			4000 - 6000	2
			> 6000	1
2	High belt	0.300	< 300	4
			300 - 500	3
			500 - 700	2
			> 700	1
3	Accessing the May nuoc mo forest from the river and stream system	0.160	< 500	4
			500 - 1000	3
			1000 - 1500	2
			> 1500	1
Total		1,000	-	-

### 3.2.2.2. Construction of zoning maps for the potential of harvesting and development of the May nuoc mo

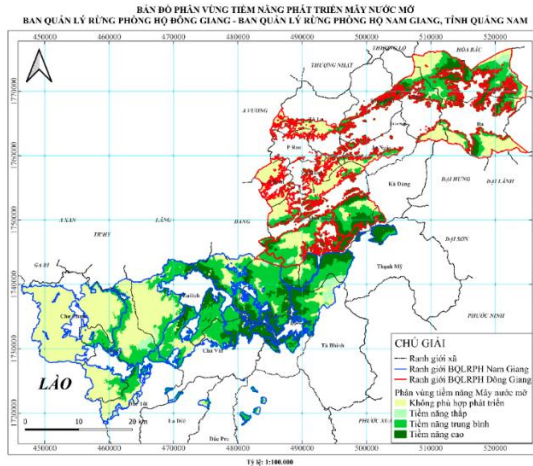
The classification area and potential development map of the species in the protected forest management areas are described in detail in Table 3.27 and Figure 3.9 below.

**Table 3.27. Potential area for the development of the May nuoc mo in the study area**

TT	Potential ranking	Dong Giang Forest Protection Management Board		Nam Giang Forest Protection Management Board	
		ha	%	ha	%
1	High potential	5,603.11	17.71	8,030.65	14.47
2	Average potential	10,273.37	32.47	16,117.83	29.04
3	Low potential	475.63	1.50	725.79	1.31
4	No potential for growth	15,288.36	48.32	30,635.81	55.19
Total		31,640.47	100	55,510.08	100

Table 3.27 shows that nearly 50% of the total forest area under the Dong Giang Forest Management Board belongs to the medium to high potential group – reflecting favorable ecological conditions for the growth of the May nuoc mo. Conversely, nearly 48% of the remaining area (15,288.36 ha) is assessed as not having potential. In the Nam Giang Forest Management Board area, the distribution ratio is somewhat similar to that of the Dong

Giang Forest Management Board. The high potential area accounts for 8,030.65 ha (14.47%), while the medium potential area accounts for 16,117.83 ha (29.04%), totaling 43.51% of the area that can be considered for planning the development of the Water Bamboo species. However, in the Nam Giang Forest Protection Management Board, the area with no potential for development is higher at 30,635.81 ha (55.19%), mostly in high-altitude areas (>700 m) or planted forests and barren land, where this species does not have suitable ecological conditions for survival and development. The low potential classification in both units accounts for a small percentage (Dong Giang Forest Protection Management Board: 475.63 ha – 1.50% and Nam Giang Forest Protection Management Board: 725.79 ha – 1.31%), reflecting the fact that the May nuoc mo species has a fairly clear habitat selectivity.



**Figure 3.9.** Potential exploitation and development zones for the May nuoc mo in Nam Giang and Dong Giang Forest Management Boards.

### 3.3. Stock, growth rate, and reference table for stock forecasts of the May nuoc mo species in the study area

#### 3.3.1. Assessing the growth rate of the species at the two Forest Protection Management Boards

To assess the growth rate after one year, the difference in growth rate between the two study areas was first examined. The T-test was used to test two independent samples. The results of the test for the difference in annual growth rate of the May nuoc mo species in the two forest management areas are shown in Table 3.32.

**Table 3.32.** Average growth after 1 year of the *May nuoc mo* species at two Forest Protection Management Boards

Forest Protection Management Board	N (tree)	Average (m)	SE (m)	T calculation	Sig (2-tailed).
<i>Nam Giang</i>	183	2.2	0.11056	0.834	0.405
<i>Dong Giang</i>	203	2.3	0.10246		

Independent test results showed a T-value of 0.834 with a significance level of Sig.(2-tailed) = 0.405, which is greater than 0.05, especially regarding average stem length growth between the two areas, which was not statistically significant. This allows us to conclude that the average stem length growth at the two forest management areas did not differ significantly and can be considered similar in the research context. Therefore, data from the two areas are combined for joint analysis in the subsequent steps.

### 3.3.2. Assessing growth rates according to length levels

**Table 3.33.** Length growth after 1 year by length class

Level H	Sample number	Average (m)	Non-standard (SE) (m)	Smallest (m)	Largest (m)	F calculation	Sig.
1	70	0.3407 <sup>a</sup>	0.05215	0.00	2.16	105,704	<0.0001
2	66	1.3303 <sup>b</sup>	0.11574	0.00	3.85		
3	62	2.5298 <sup>c</sup>	0.13677	0.40	5,10		
4	61	3.1436 <sup>d</sup>	0.17577	0.40	5.80		
5	61	3.3144 <sup>d</sup>	0.09573	2.10	6,10		
6	66	3.1591 <sup>d</sup>	0.12116	0.90	5.40		
Total	<b>386</b>						

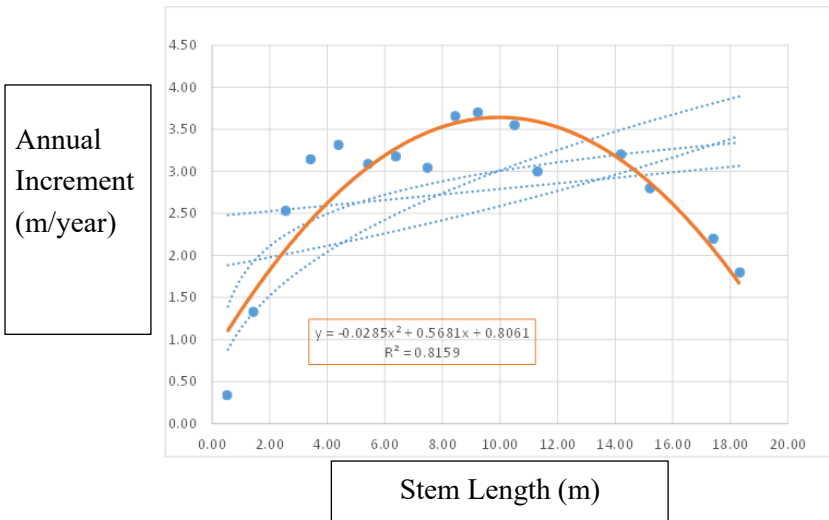
*Note: a, b, c, d indicate the differences in annual growth.*

Table 3.33 shows that the average growth rate after one year differs significantly between length classes, indicating that the longer the tree, the greater the growth rate. For trees from class 4 to class 6, as they enter a more stable growth phase, the growth rate after one year is almost the same for all classes 4 to 6, and differs from the group of trees from class 1 to class 3.

Based on the length groups and their corresponding average growth rates, a correlation equation between growth rate and length can be established (Figure 3.10).

### 3.3.3. Correlation between growth rate and length

The correlation between annual growth in length and stem length of the *May nuoc mo* species.



**Figure 3.10 . Correlation between annual length growth and stem length**

Among the five correlation models examined, the coefficient of determination  $R^2$  of the parabolic correlation model was the highest compared to the others. Therefore, the parabolic correlation model should be chosen to predict the annual growth rate in length of the stem of the May nuoc mo.

The correlation equation for the May nuoc mo species is as follows:

$$Y = -0.0285X^2 + 0.5681X + 0.8061 \quad R^2 = 0.8159$$

Where: Y: annual growth rate

X: length of the rattan stem

### 3.3.4. Existing reserves of the May nuoc mo species at the two Forest Protection Management Boards.

**Table 3.34 . Stock of the May nuoc mo species at Nam Giang Forest Management Board**

Forest status	Commercial potential level		Total (trees)	yield (kg/ha)		Area (ha)	Total (kg)	Total (tons)
	< 4 m	≥ 4 m		< 4 m	≥ 4 m			
<b>TXK</b>	611	101	712	69.6	124.4	541.86	105151.4	<b>105.2</b>
<b>TXN</b>	401	64	465	21.8	37.5	8736.49	518127.1	<b>518.1</b>
<b>TXB</b>	61	0	61	3.9	0.0	16988.7	65614.2	<b>65.6</b>
<b>DT2</b>	62	5	67	7.1	6.2	10299	136209.0	<b>136.2</b>
Total	<b>1135</b>	<b>170</b>	<b>1305</b>			<b>36566.04</b>	<b>825101.7</b>	<b>825.1</b>

**Table 3.3 5. Reserves of the May nuoc mo species at Dong Giang Forest Management Board**

Forest status	Commercial potential level		Total (trees)	Yield (kg/ha)		Area (ha)	Total (kg)	Total (tons)
	< 4 m	≥ 4 m		< 4 m	≥ 4 m			
<b>TXK</b>	211	27	238	18.5	13.5	4456.5	142274.5	<b>142.3</b>
<b>TXN</b>	378	34	412	21.7	11.1	4346.48	142468.8	<b>142.5</b>
<b>TXB</b>	197	15	212	6.8	3.0	18862.82	184556.7	<b>184.6</b>
<b>DT2</b>	7	0	7	1,2	0.0	846.05	984.7	<b>1.0</b>
<b>Total</b>	<b>793</b>	<b>76</b>	<b>869</b>			<b>28511.85</b>	<b>470284.8</b>	<b>470.3</b>

Table 3.34 shows that the total fresh biomass at the Nam Giang Forest Management Board reached 825.1 tons, with the majority concentrated in degraded forest conditions (518.1 tons). The forest conditions with average yields had the lowest volume (65.6 tons), and this forest condition did not have trees reaching commercial length. The average fresh biomass ranged from 25.6 to 42 kg/ha, highest in trees reaching commercial length ( $\geq 4$  m) at the export processing zone. Overall, Nam Giang has high biomass potential, indicating that the ecological conditions and forest management practices here are quite effective.

Similarly, Table 3.35 of the Dong Giang Forest Management Board shows that the total fresh biomass reached 470.3 tons, with the average forest condition having the highest volume (184.6 tons). Although the number of trees is not high, the area is quite large, indicating high biomass productivity in this area. The DT2 condition is almost negligible (1.0 ton) due to low density and small area. The average fresh biomass is quite low, only from 6.9 to 12.0 kg/ha. In general, the volume and productivity of the May nuoc mo species in Dong Giang are lower than in Nam Giang, possibly due to unfavorable ecological conditions or a greater level of previous impact.

### **3.3.5. Sustainable harvesting cycle and yield of the May nuoc mo species**

#### **3.3.5.1. Determining the sustainable exploitation cycle**

Assuming a time period of 20 years and harvesting cycles of 3, 4, 5, or 6 years, the results show that the yield in terms of length and volume varies as follows across the harvesting cycles:

*Table 3.4 1. Sustainable harvest yields by harvesting cycle in Nam Giang*

Yield per cycle	Mining cycle (years)	Number of exploitation operations over 20 years	Length (m/season)	Fresh weight (Kg/season)	Total length (m)	Total fresh weight (Kg)
Forest status						
Evergreen Depletion (TXK)	3	6	2088.2	301.7	12529	1810.4
	4	5	3986.0	576.0	19930	2879.9
	5	4	7068.7	1021.4	28275	4085.7
	6	3	11678.2	1687.5	35035	5062.5
Poor evergreen (TXN)	3	6	659.8	95.3	3959	572.1
	4	5	1252.6	181.0	6263	905.0
	5	4	2188.8	316.3	8755	1265.1
	6	3	3581.2	517.5	10744	1552.4
Medium evergreen (TXB)	3	6	40.9	5.9	246	35.5
	4	5	154.9	22.4	774	111.9
	5	4	350.2	50.6	1401	202.4
	6	3	645.1	93.2	1935	279.7
Vacant land with tree regeneration (DT2)	3	6	188.7	27.3	1132	163.6
	4	5	378.3	54.7	1892	273.4
	5	4	659.0	95.2	2636	380.9
	6	3	1071.2	154.8	3214	464.4

*Table 3.4 2. Sustainable harvest yields by harvesting cycle in Dong Giang*

Yield per cycle	Mining cycle (years)	Number of exploitation operations over 20 years	Length (m/season)	Fresh weight (Kg/season)	Total length (m)	Total fresh weight (Kg)
Forest status						
Evergreen Depletion (TXK)	3	6	532.1	76.9	3193	461.3
	4	5	797.4	115.2	3987	576.1
	5	4	1207.9	174.5	4832	698.2
	6	3	1817.7	262.7	5453	788.0
Poor evergreen (TXN)	3	6	499.7	72.2	2998	433.3
	4	5	856.3	123.7	4282	618.7
	5	4	1380.0	199.4	5520	797.6
	6	3	2148.8	310.5	6446	931.5
	3	6	123.2	17.8	739	106.8

Yield per cycle	Mining cycle (years)	Number of exploitation operations over 20 years	Length (m/season)	Fresh weight (Kg/season)	Total length (m)	Total fresh weight (Kg)
Medium evergreen (TXB)	4	5	243.3	35.2	1216	175.8
	5	4	440.3	63.6	1761	254.5
	6	3	735.6	106.3	2207	318.9
Vacant land with tree regeneration (DT2)	3	6	22.5	3.2	135	19.5
	4	5	41.7	6.0	208	30.1
	5	4	67.7	9.8	271	39.2
	6	3	105.4	15.2	316	45.7

Tables 3.41 and 3.42 show that longer harvesting cycles offer superior efficiency in both length and volume. However, if conditions do not allow for an excessively long harvesting cycle (6 years), a 4-year cycle should be implemented as it yields a total output that is only slightly larger or smaller than a 5-year cycle. This confirms the role of biomass accumulation time in sustainable harvesting strategies, and that 4 or 6-year cycles are more suitable for optimizing product output and maintaining the sustainability of rattan resources in both areas.

### 3.3.5.2. Determining sustainable exploitation levels over cycles

**Table 3.46 . Total sustainable production with a 4-year harvesting cycle.**

Nam Giang	1/4 of the area is exploited annually.			Exploit the entire area annually.		
	Fresh weight (Kg/ha)	Potential exploitation area (ha/year)	Total fresh weight (Tons/year)	Fresh weight (Kg/ha)	Potential exploitation area (ha/year)	Total fresh weight (Tons/year)
TXK	576.0	135.47	78.03	144.0	541.86	78.03
TXN	181.0	2184.12	395.34	45.3	8736.49	395.34
TXB	22.4	4247.18	95.04	5.6	16988.70	95.04
DT2	54.7	2574.75	140.76	13.7	10299	140.76
<b>Total</b>		<b>9141.51</b>	<b>709.17</b>		<b>36566.05</b>	<b>709.17</b>
<b>Dong Giang</b>						
TXK	115.2	1114.13	128.38	28.8	4456.5	128.38
TXN	123.7	1086.62	134.45	30.9	4346.48	134.45
TXB	35.2	4715.71	165.77	8.8	18862.82	165.77
DT2	6.0	211.51	1.27	1.5	846.05	1.27

<b>Total</b>		<b>7127.96</b>	<b>429.87</b>		<b>28511.85</b>	<b>429.87</b>
--------------	--	----------------	---------------	--	-----------------	---------------

**Table 3.47.** Total sustainable production with a 6-year harvesting cycle.

Forest Type	1/6 of the area is exploited annually.			Exploit the entire area annually.		
	Fresh weight (Kg/ha)	Potential exploitation area (ha/year)	Total fresh weight (Tons/year)	Fresh weight (Kg/ha)	Potential exploitation area (ha/year)	Total fresh weight (Tons/year)
TXK	1687.5	90.31	152.40	281.2	541.86	152.40
TXN	517.5	1456.08	753.50	86.2	8736.49	753.50
TXB	93.2	2831.45	263.96	15.5	16988.70	263.96
DT2	154.8	1716.50	265.69	25.8	10299	265.69
<b>Total</b>		<b>6094.34</b>	<b>1435.55</b>		<b>36566.05</b>	<b>1435.55</b>
<b>Dong Giang</b>						
TXK	262.7	742.75	195.09	43.8	4456.5	195.09
TXN	310.5	724.41	224.93	51.8	4346.48	224.93
TXB	106.3	3143.80	334.19	17.7	18862.82	334.19
DT2	15.2	141.01	2.15	2.5	846.05	2.15
<b>Total</b>		<b>4751.98</b>	<b>756.36</b>		<b>28511.85</b>	<b>756.36</b>

Data from Tables 3.46 and 3.47 show that the total sustainable yield of the May nuoc mo species depends on the harvesting cycle. With a 4-year cycle (Table 3.45), the total annual fresh yield is estimated at 1139.05 tons, of which Nam Giang contributes 709.17 tons and Dong Giang 429.87 tons, regardless of whether 1/4 or the entire area is harvested each year. When applying a 6-year harvesting cycle (Table 3.46), the total yield increases significantly to 2191.91 tons/year, with Nam Giang accounting for 1435.55 tons and Dong Giang 756.36 tons. A comparison between the two options shows that the longer harvesting cycle (6 years) yields nearly 52% higher production than the 4-year cycle.

### 3.4. Solutions for sustainable exploitation and development of the May nuoc mo species

- A solution for zoning management based on ecological suitability.
- Sustainable exploitation solutions linked to established growth cycles.
- Solutions for regulating canopy cover and managing ecological competition.
- Solutions for protecting the topsoil and key site conditions.
- Solutions for supplementary planting and forest enrichment based on appropriate zoning maps.
- Solutions for protecting resources and minimizing external impacts.

## CHAPTER 4. CONCLUSION AND RECOMMENDATIONS

### 4.1. Conclusion

Based on the research objectives set forth and the entire body of survey and analysis data collected at the Nam Giang and Dong Giang Forest Management Boards, this thesis has comprehensively clarified the ecological characteristics, growth, and stock of the May nuoc mo (*Calamus* sp.) species in the natural forests of the former Quang Nam province, now Da Nang City, and simultaneously proposed directions and solutions for sustainable management and exploitation. The main conclusions of the thesis are summarized as follows:

#### a. Taxonomic position of the May nuoc mo species

- Based on molecular data analysis, 23 individuals of the May nuoc mo collected from the Dong Giang and Nam Giang Forest Management Boards (formerly Quang Nam province) were identified as belonging to the genus of *Calamus*; however, there was insufficient basis to identify them at the species level. The studied specimens were named with the unidentified species name *Calamus* sp. (in: monocots), from HMNGV01 to HMNGV23. The nucleotide sequences of the standard gene regions (rbcL, matK, ITS, and trnH-psbA) of the 23 individuals were sequenced and registered in the GenBank database with corresponding reference numbers.

- The results of the ISSR-based genetic diversity analysis showed a high level of genetic diversity among the 23 individuals of May nuoc mo (*Calamus* sp.) in the study population (% similarity = 79.918%,  $h^* = 0.277$ ,  $I^* = 0.417$ ) distributed in Dong Giang and Nam Giang districts, Quang Nam province. The phylogenetic tree model showed that the 23 individuals of *Calamus* sp. were divided into 3 groups, and most genotypes were clustered according to their geographical distribution and showed significant differences in genetic diversity.

Therefore, the thesis has clarified the inconsistent taxonomic status of the May nuoc mo species in the study area, while providing important molecular biological and morphological data as a scientific basis for further taxonomic studies.

#### b. Ecological suitability and development potential mapping

- The thesis identified a system comprising seven main ecological factors influencing the distribution of the May nuoc mo species in the study area, including: canopy cover, altitude zone, slope, distance to water sources, exposure direction, soil type, and soil depth. Of these, canopy cover, distance to water sources, and soil type were identified as the factors with the greatest

influence according to AHP weighting. Simultaneously, three factors influencing the species' development potential were also identified: access to the May nuoc mo from road networks and residential areas, altitude zone, and access to the May nuoc mo from river and stream systems.

- The thesis developed ecologically suitable zoning maps and development potential zoning maps for the Dong Giang and Nam Giang Forest Protection Management Boards. The zoning results show that: The largest proportion of "unsuitable" areas is in both regions (44.43% in Dong Giang and 51.82% in Nam Giang). The "moderately suitable" area accounts for approximately 29–34%. The "highly suitable" area is limited (6.75–11.57%), mainly distributed in areas with low terrain, deep soil layers, and proximity to water sources. These maps are an important scientific basis for planning forest land use and allocating areas for exploitation and species restoration in the future.

c. Stock levels, growth rates, and production forecasting models

- The thesis identified the existing stock and growth rate, and developed a dataset for predicting regeneration and growth over a 10-year cycle for the May nuoc mo species in the study area. The research results show that the stock, total rattan stem length/ha, and growth rate increased significantly over time, especially from the sixth year onwards. There were clear differences between the two ecological zones of Nam Giang and Dong Giang, demonstrating the strong impact of ecological conditions on the species' productivity. The developed predictive dataset helps quantify the species' development trend over time and provides a scientific basis for proposing a rational harvesting cycle.

- The yield (length, fresh weight) as well as the total sustainable yield over a 20-year period of the May nuoc mo species were determined according to different harvesting cycles. The results showed that a 6-year or 4-year harvesting cycle yielded better total yields than other cycles, with the 6-year cycle being the most optimal.

d. Solutions for exploiting and developing the May nuoc mo species

The thesis has proposed a comprehensive system of technical solutions for the sustainable exploitation and development of the May nuoc mo species, ensuring a combination of ecological basis, research results of the thesis, current legal requirements, and forest management practices in the former Quang Nam province, now Da Nang City.

## **4.2. Limitations of the thesis**

Although the thesis has achieved its research objectives, some objective and subjective limitations still exist, as follows:

- Limitations in taxonomic data: Determining the precise scientific name of the May nuoc mo species is still affected by the limitations of 4 molecular markers ( *matK*, *rbcL*, *trnH-psbA*, *ITS* ). These markers do not have sufficient resolution for the *Calamus* group, leading to results that can not be definitively confirmed.

- Limitations regarding time series growth data: The thesis used growth modeling and forecasting based on short-term observational data, rather than long-term monitoring. Therefore, the 10-year dynamic forecasting models are reference-based and need to be empirically validated over time.

- Limitations in terms of spatial scope: The study was conducted only in the Nam Giang and Dong Giang Forest Management Boards, so the results do not fully reflect the overall ecological changes of the species across the broader Quang Nam province or the Central Vietnam region.

- Limitations related to socio-management factors: The new thesis focuses on ecological and technical analysis, but does not delve deeply into assessing the impact of policy mechanisms, the timber market, or community participation - crucial elements of sustainable non-timber forest product management.

### **4.3. Recommendations**

Based on the results and limitations of the thesis, the following recommendations and directions for further research are proposed:

- Further research will be conducted using higher-level molecular marker gene regions, as well as progressing towards sequencing the genome of the May nuoc mo species to accurately determine its scientific name, which will be useful for future applications.

- Establish long-term monitoring plots to record growth and regeneration patterns over multiple years. This will serve as benchmark data for refining yield forecasting models and determining optimal harvesting cycles.

- Expand the research scope to neighboring areas with similar ecological conditions such as Tay Giang, Phuoc Son... in order to complete the distribution map and assess the stability of the AHP-GIS model.

- Integrate socio-economic research, assess the rattan value chain, consumer market, and the level of livelihood dependence of the community to propose a sustainable co-management model for non-timber forest products.

## LIST OF PUBLISHED WORKS RELATED TO THE THESIS

1. **Huynh Kim Hieu**, Nguyen Van Loi, Nguyen Van Minh, Ho Thanh Ha. Application of DNA barcode for the genetic analysis and identification of a May nuoc mo species in Quang Nam Province, Central Vietnam. Biodiversitas Journal of Biological Diversity, Indonesia, Volume 25, Number 8, August 2024. Pages: 3299-3308 (Scopus, Q3). <https://doi.org/10.13057/biodiv/d250801>
2. **Huynh Kim Hieu**, Nguyen Van Loi, Le Thai Hung, Nguyen Thi Thuong, Vu Thi Thuy Trang, Duong Van Thanh, Nguyen Van Minh. Indigenous knowledge of the Co Tu people in the management and sustainable development of the May nuoc mo species (*Calamus* sp.) in Dong Giang and Nam Giang districts, Quang Nam province. Hue University Journal of Science: Agriculture and Rural Development, Vol. 134, No. 3C, 2025, pp. 5–16. <https://doi.org/10.26459/hueunijard.v134i3C.7649>
3. **Huynh Kim Hieu**, Nguyen Van Loi, Nguyen Thi Thuong, Vu Thi Thuy Trang, Nguyen Van Minh. Application of GIS and remote sensing in mapping the suitable distribution of the may nuoc mo species (*Calamus* sp.) in Da Nang city. Journal of Agriculture and Environment, Issue 2 – November 2025, pp. 54-64. <https://nnmt.net.vn/tap-chi-nong-nghiep-va-moi-truong-so-22-ky-2-thang-11-nam-2025>
4. **Huynh Kim Hieu**, Nguyen Van Loi, Dang Thanh Long, Nguyen Van Minh (2026). Application of ISSR markers to analyze the genetic diversity of the May nuoc mo species (*Calamus* sp.) in Quang Nam province, Central Vietnam. Research Journal of Biotechnology, Vol.21(2) February 2026. Pages: 1 - 9 (Scopus, Q4). <https://doi.org/10.25303/212rjbt0109>