

NGHIÊN CỨU ĐẶC ĐIỂM CẤU TRÚC RỪNG NGẬP MẶN LÀM CƠ SỞ ĐỀ XUẤT CÁC GIẢI PHÁP BẢO TỒN TẠI VƯỜN QUỐC GIA PHÚ QUỐC, TỈNH AN GIANG

Lê Hữu Phú¹, Nguyễn Đức Ngẩn¹, Huỳnh Văn Tiến², Đặng Minh Lạp²,
Nguyễn Hồng Quân², Hà Văn Long²

¹Trung tâm Nghiên cứu Rừng và Đất ngập nước

²Vườn Quốc gia Phú Quốc

TÓM TẮT

Nghiên cứu được thực hiện nhằm cung cấp cơ sở khoa học cho công tác bảo tồn hệ sinh thái rừng ngập mặn và loài Cóc đỏ (*Lumnitzera littorea*) tại Vườn Quốc gia Phú Quốc. Phương pháp viễn thám kết hợp kiểm chứng thực địa được sử dụng để xác định phạm vi phân bố rừng ngập mặn; đồng thời thiết lập 25 ô tiêu chuẩn (1.000 m²/ô) trong giai đoạn từ tháng 2 - 8/2025 và kế thừa số liệu từ ô định vị sinh thái 10.000 m² nhằm phân tích đặc điểm cấu trúc rừng bằng phần mềm Excel. Kết quả đã xác định được 03 quần xã thực vật đặc trưng với tổng diện tích 79,9 ha. Cóc đỏ là loài ưu thế hoặc đồng ưu thế trong hai quần xã: Cóc đỏ + Cui + Vẹt dù + Đước đôi và Cóc đỏ + Vẹt dù + Cui - Tràm. Nghiên cứu cũng ghi nhận bổ sung quần xã Tràm + Vẹt mà chưa được đề cập trong các nghiên cứu trước đây. Phân bố số cây theo đường kính và chiều cao phù hợp với hàm Weibull; phân bố N/D tập trung chủ yếu ở cấp kính nhỏ và giảm dần ở các cấp kính lớn hơn, trong khi phân bố N/H tập trung ở nhóm chiều cao trung bình. Tái sinh tự nhiên xuất hiện ở cả ba quần xã với mật độ cao, chủ yếu bằng hạt. Trên cơ sở đó, nghiên cứu đề xuất các giải pháp quản lý theo hướng duy trì cấu trúc rừng nhiều tầng, bảo vệ cây mẹ, khoanh nuôi xúc tiến tái sinh tự nhiên và trồng bổ sung tại các khoảng trống nhằm bảo tồn loài Cóc đỏ theo hướng bảo tồn tại chỗ.

Từ khóa: Cấu trúc rừng, Phú Quốc, rừng ngập mặn, thành phần loài, tái sinh rừng.

STUDY ON THE STRUCTURAL CHARACTERISTICS OF MANGROVE FORESTS AS A BASIS FOR PROPOSING CONSERVATION SOLUTIONS AT PHU QUOC NATIONAL PARK, AN GIANG PROVINCE

Le Huu Phu¹, Nguyen Duc Ngan¹, Huynh Van Tien², Dang Minh Lap²,
Nguyen Hong Quan², Ha Van Long²

¹Research Center of Forest and Wetland

²Phu Quoc National Park

ABSTRACT

This study was conducted to provide a scientific basis for the conservation of mangrove ecosystems in general and the endangered species *Lumnitzera littorea* in particular at Phu Quoc National Park. Remote sensing integrated with field verification was applied to determine the distribution range of mangrove forests. In addition, 25 sample plots (1.000 m² each) were established from February to August 2025, combined with inherited data from a 10.000 m² permanent ecological monitoring plot to analyze forest structural characteristics using Excel software. The results identified three typical plant communities with a total area of 79.9 ha. *Lumnitzera littorea* was identified as a dominant or co-dominant species in two communities: *Lumnitzera littorea* + *Heritiera littoralis* + *Rhizophora apiculata* + *Bruguiera gymnorhiza* and *Lumnitzera littorea* + *Bruguiera gymnorhiza* + *Heritiera littoralis* - *Melaleuca cajuputi*. Notably, the study additionally recorded a mixed *Melaleuca cajuputi* - *Bruguiera gymnorhiza* community, in which mangrove species were interspersed within *Melaleuca* forests, a feature not previously reported in earlier studies. Diameter and height distributions were consistent with the Weibull distribution function. The N/D distribution was concentrated mainly in small diameter classes and gradually decreased toward larger classes, while the N/H distribution was concentrated in medium height classes. Natural regeneration occurred in all three communities with high density, predominantly from seeds. Based on these findings, management solutions were proposed to maintain multi-layered forest structure, strictly protect mother trees, promote natural regeneration through assisted restoration, and enrich planting in canopy gaps to support in situ conservation of *Lumnitzera littorea*.

Keywords: Forest structure, mangrove forest, Phu Quoc, regeneration seedlings, species composition.

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Vườn Quốc gia (VQG) Phú Quốc được thành lập theo Quyết định số 91/2001/QĐ-TTg ngày 08/06/2001 của Thủ tướng Chính phủ, là khu rừng đặc dụng có giá trị cao về đa dạng sinh học và phòng hộ ven biển. Trong đó, hệ sinh thái (HST) rừng ngập mặn ven sông Rạch Tràm có diện tích lớn nhất trong tổng thể HST rừng ngập mặn của VQG Phú Quốc. Khu vực sông Rạch Tràm là một lát cắt hệ sinh thái rừng ngập mặn tự nhiên điển hình còn sót lại ở Việt Nam, chỉ trên một đoạn sông ngắn khoảng 10 km, từ cửa sông giáp biển trở vào bên trong, chúng ta được quan sát một lát cắt sinh thái về rừng và đất ngập nước: Đầu tiên nhìn thấy rừng ngập mặn điển hình là những loài cây Đước đôi, Mắm, Bần, Cóc đỏ... thì đó chính là nơi nước mặn do giáp với biển. Tiếp theo, nhìn thấy rừng Tràm thì đó chính là diễn thế sinh thái của vùng cửa sông nơi có đất ngập nước phèn, tiếp theo vào phía trong, là rừng cây gỗ trên đất cao thì nước sông đã là nước ngọt. Điều này cho thấy, diễn thế của thực vật ngập nước sẽ biến đổi theo độ mặn của nước sông và đặc tính của đất (Nguyễn Chí Thành *et al.*, 2022). Đây là khu vực có tính đa dạng sinh học cao, ghi nhận sự phân bố của loài Cóc đỏ (*Lumnitzera littorea*), là loài thực vật ngập mặn quý, hiếm được ghi nhận trong Danh lục Đỏ Việt Nam (2024) và thuộc nhóm IIA theo Thông tư số 85/2025/TT-BNNMT ngày 31/12/2025 của Bộ Nông nghiệp và Môi trường về quản lý loài nguy cấp, quý, hiếm, loài động vật thông thường và thực thi Công ước về buôn bán quốc tế các loài động vật, thực vật hoang dã nguy cấp. Sự hiện diện của loài này cho thấy giá trị bảo tồn đặc biệt của quần xã rừng ngập mặn khu vực Rạch Tràm, đồng thời đặt ra yêu cầu cấp thiết về nghiên cứu và bảo vệ. Trong bối cảnh chịu tác động từ biến đổi khí hậu, xói lở bờ biển và các hoạt động phát triển kinh tế - xã hội, cấu trúc rừng ngập mặn có thể biến động về mật độ, phân bố đường kính (N/D), chiều cao (N/H), đặc biệt là tổ thành loài và khả năng tái sinh tự nhiên. Do đó, để có cơ

sở khoa học cho công tác bảo tồn và gìn giữ hệ sinh thái rừng ngập mặn nói chung và loài Cóc đỏ nói riêng tại VQG Phú Quốc thì việc điều tra, xác định phạm vi phân bố và nghiên cứu đặc điểm cấu trúc về tổ thành loài, tái sinh rừng ngập mặn là hết sức cần thiết. Kết quả nghiên cứu sẽ góp phần đề xuất các giải pháp bảo tồn theo hướng bền vững.

II. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Phương pháp điều tra xác định diện tích các quần xã rừng ngập mặn ở lưu vực sông Rạch Tràm

Việc phân chia quần xã thực vật được thực hiện theo quan điểm phân loại thảm thực vật của Thái Văn Trùng (1998), trong đó loài ưu thế sinh thái giữ vai trò quyết định trong việc xác định đơn vị phân loại. Tên quần xã được định danh theo loài ưu thế hoặc tổ hợp loài ưu thế, phản ánh đặc điểm sinh thái nổi bật của đơn vị thảm thực vật.

Sử dụng phần mềm ArcGIS Pro, MapInfo 15.0 để giải đoán ảnh Sentinel 2 Level 2 (1 × 1 m) và xây dựng bản đồ ranh giới phân bố các quần xã thực vật rừng ngập mặn. Sau đó chồng xếp lên lớp bản đồ hiện trạng rừng hiện có làm căn cứ bố trí các điểm kiểm chứng. Chuyển định dạng sang GPX, sau đó sử dụng điện thoại thông minh (được cài đặt phần mềm Maplotus) để kiểm chứng (sử dụng ô tiêu chuẩn điều tra, nghiên cứu cấu trúc làm điểm kiểm chứng), khoan vẽ, chỉnh lý, bổ sung ranh giới các quần xã thực vật rừng ngập mặn.

2.2. Phương pháp điều tra cấu trúc về tổ thành loài, tái sinh rừng

Áp dụng phương pháp điều tra theo hướng dẫn tại Thông tư số 16/2025/TT-BNNMT, ngày 19/6/2025 của Bộ Nông nghiệp và Môi trường. Theo đó, nhóm nghiên cứu đã bố trí 25 ô đo đếm điển hình để điều tra, thu thập số liệu (hình 1). Sau đó thu thập các thông tin cơ bản:

- Cây gỗ: Diện tích mỗi ô đo đếm 1.000 m² (25 × 40 m), đo tất cả các cây có D_{1,3m} ≥ 6 cm.

Đối với các loài cây không có hệ rễ chân nhôm, dùng thước dây đo chu vi tại vị trí 1,3 m so với mặt đất và đối với loài cây có hệ rễ chân nhôm đo tại vị trí trên cổ rễ 0,3 m (theo Sổ tay hướng dẫn điều tra rừng do Cục Kiểm lâm ban hành theo Quyết định 145/QĐ-KL-CĐS ngày 18/6/2024); Đơn vị đo là cm, lấy tròn 1 cm; Dụng cụ đo chu vi là thước dây; Xác định tên loài cây: Xác định theo hình thái và tra cứu tên loài theo tài liệu Cây cỏ Việt Nam của Phạm Hoàng Hộ (1999 - 2000); Đo chiều cao vút ngọn: Dùng sào đo cao.

- Cây tái sinh: Trên mỗi ô đo đếm đã lập để điều tra tầng cây gỗ, tiến hành lập 5 ô tái sinh (4 ô ở 4 góc và 1 ô ở tâm ô), diện tích ô tái sinh 25 m² (5 × 5 m) để đo đếm, thu thập cây tái sinh. Nội dung điều tra tái sinh rừng, gồm: Tên các loài cây tái sinh; chiều cao cây tái sinh và phân theo 5 cấp ($h < 0,5$ m; $0,5 \text{ m} \leq h < 1,0$ m; $1,0 \text{ m} \leq h < 1,5$ m; $1,5 \text{ m} < h \leq 2,0$ m; $2,0 \text{ m} < h \leq 3,0$ m; $3,0 \text{ m} < h \leq 5,0$ m; và $h > 5,0$ m); nguồn gốc cây tái sinh (hạt/chồi); mật độ cây tái sinh; tổ thành cây tái sinh; mức độ phân bố cây tái sinh; chất lượng cây tái sinh; quan hệ cây tái sinh với tầng cây gỗ; tỷ lệ cây tái sinh có triển vọng (Cây có chiều cao ≥ 1 m).

- Ngoài ra, kế thừa 25 ô đo đếm, tương đương ô 10.000 m² trong ô định vị của VQG Phú Quốc thực hiện năm 2024.

2.3. Phương pháp xử lý số liệu

- Tính tổ thành rừng (Tổ thành các loài cây gỗ chiếm ưu thế): Được tính theo chỉ số quan trọng của loài IV% (IV: Important Value), được áp dụng theo phương pháp của Thái Văn Trùng (1998) và được tính theo công thức:

$$IV\% = (N\% + G\%)/2$$

Trong đó:

+ IV% là chỉ số quan trọng của loài i.

+ $N_i\%$ là tỷ lệ % số cây của loài i so với tổng số cây trong lâm phần.

+ $G_i\%$ là tỷ lệ % tiết diện ngang của loài so với tổng tiết diện của lâm phần.

Căn cứ vào kết quả tính toán, các loài giá trị $IV\% \geq 5\%$ sẽ được đánh giá là chiếm ưu thế, có ý nghĩa về mặt sinh thái và được tham gia vào công thức tổ thành và xác định quần xã thực vật.

- Tính các chỉ số bình quân, trữ lượng cây đứng bình quân trên 1 ha

+ Tính các chỉ số: Mật độ (N, cây/ha); đường kính bình quân ($D_{1,3m}$ bq, cm), chiều cao vút ngọn bình quân (H_{vn} , m), tổng tiết diện ngang (G , m²/ha).

+ Tính trữ lượng cây đứng theo công thức:

$$M = \sum_{i=1}^n G_i.H_i.F$$

Trong đó: M là trữ lượng gỗ; n là số cây trong ÔĐĐ, G_i là tiết diện ngang của cây thứ i tính qua đường kính $D_{1,3m}$; H_i là chiều cao vút ngọn của cây thứ i, F là hình số ($F=0,5$).

- Thử nghiệm các hàm phân bố số cây theo đường kính/chiều cao theo hướng dẫn giáo trình Điều tra rừng của Vũ Tiến Hình (2012).

+ Xác định phân bố số cây theo đường kính/chiều cao thực nghiệm: Chọn cự ly cỡ kính (0,4 cm)/ cỡ chiều cao (2 m); Chính lý số cây theo cỡ kính/ cỡ chiều cao

+ Mô tả phân bố thực nghiệm bằng phân bố lý thuyết và Chọn phân bố lý thuyết phù hợp với thống kê: Mayer, Weibull, phân bố khoảng cách (χ^2 tính < χ^2 bảng).

- *Tính toán về cây tái sinh:*

- Tính mật độ cây tái sinh theo công thức:

$$N, \text{ cây/ha} = (10.000 \times n)/S.$$

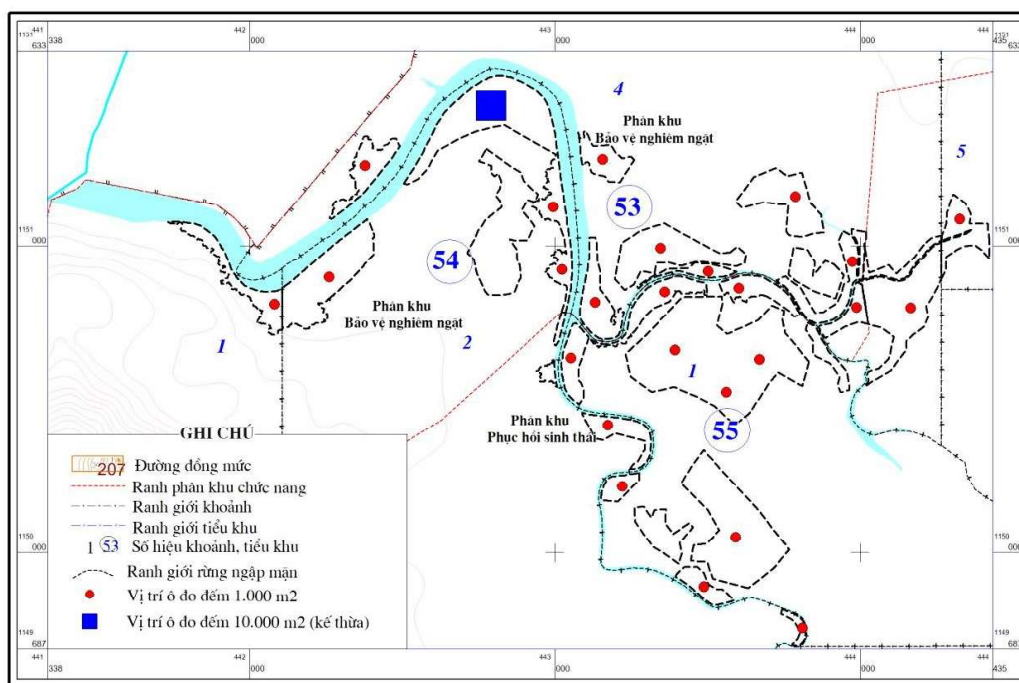
Trong đó: n là số lượng cây tái sinh điều tra được, S là tổng diện tích các ô điều tra tái sinh (m²).

- Tính tổ thành cây tái sinh theo công thức:

$$N\% = N_i/N \times 100.$$

Trong đó: $N\%$ là tỷ lệ % của loài i, N_i là tổng số cây của loài i, N là tổng số cây tái sinh đo đếm trong các ô đo đếm tái sinh. Nếu loài nào có $N_i \geq 5\%$ thì loài đó được tham gia vào công thức tổ thành; $N_i < 5\%$ thì loài đó không được tham gia vào công thức tổ thành cây tái sinh.

**SƠ ĐỒ BỐ TRÍ Ô ĐIỀU TRA PHÂN BỐ RỪNG NGẬP MẶN TẠI KHU VỰC RẠCH TRÀM,
VƯỜN QUỐC GIA PHÚ QUỐC, TỈNH AN GIANG**



Hình 1. Sơ đồ bố trí ô điều tra

III. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Thành phần và phân bố các quần xã thực vật rừng ngập mặn

3.1.1. Tổ thành thực vật của quần xã Cóc đỏ + Cui + Đước đôi + Vẹt dù

Quần xã thực vật này phân bố ở ven 2 bên bờ sông, ngập khi nước triều trung bình, thành phần cây gỗ từ các ô đo đếm là 16 loài, có 4 loài cây ưu thế và đồng ưu thế, chiếm 85,1% chỉ số IV gồm Cóc đỏ, Cui, Đước đôi, Vẹt dù. Cóc đỏ

là loài có chỉ số IV% cao nhất chiếm 63,2% (bảng 1). Chứng tỏ rằng độ tập trung của các loài ưu thế rất cao. Kết quả nghiên cứu tổ thành loài khá tương đồng với kết quả nghiên cứu của Nguyễn Ngọc Bình (1999) và Ngô Đình Quế (2011). Thực vật phổ biến đối với vùng đất bị ngập triều trung bình, các loài cây rừng ngập mặn phổ biến gồm: Vẹt dù, Đước đôi, Cóc vàng (*Lumnitzera racemosa*), Đưng (*Rhizophora mucronata*)

Bảng 1. Tổ thành thực vật ưu thế Quần xã Cóc đỏ + Cui + Đước đôi + Vẹt dù

Tên Việt Nam	Tên la tinh	IV%	N (cây/ha)	N%	G (m ² /ha)	G%
4 loài cây ưu thế và đồng ưu thế		85,1	286	82,3	1,171	87,8
Cóc đỏ	<i>Lumnitzera littorea</i>	63,2	195	56,1	0,937	70,3
Cui	<i>Heritiera littoralis</i>	8,1	32	9,3	0,092	6,9
Đước đôi	<i>Rhizophora apiculata</i>	7,3	31	8,9	0,075	5,6
Vẹt dù	<i>Bruguiera gymnorhiza</i>	6,5	28	8,0	0,066	5,0
12 loài cây khác		14,9	61	17,7	0,162	12,2
Tổng		100,0	347	100,0	1,333	100,0

3.1.2. Tổ thành thực vật của quần xã Cóc đỏ + Vẹt dù + Cui - Tràm

Quần xã thực vật này phân bố nơi có địa hình cao hơn, có 4 loài tham gia tổ thành thực vật ưu thế và đồng ưu thế (bảng 2). Trong đó Cóc đỏ là loài có chỉ số IV% cao nhất chiếm 40,2%, chứng tỏ độ tập trung của các loài ưu thế trong quần xã này là rất cao. Ngoài ra, có cây tràm

(*Melaleuca cajuputi*) là loài cây phân bố ở rừng ngập phèn, không tham gia vào thành phần cây rừng ngập mặn nhưng vẫn xuất hiện xen lẫn trong cùng với các loài cây rừng ngập mặn khác. Chứng tỏ, khu vực này là nơi giao thoa, chuyển tiếp giữa rừng ngập mặn và rừng ngập phèn, Đây là một minh chứng thực tế rất có ý nghĩa về khoa học và giáo dục môi trường.

Bảng 2. Tổ thành quần thể Cóc đỏ + Vẹt dù + Cui - Tràm

Tên Việt Nam	Tên la tinh	IV%	N (cây/ha)	N%	G (m ² /ha)	G%
3 loài cây rừng ngập mặn ưu thế và đồng ưu thế rừng		85,0	666	84,6	0,59	85,52
Cóc đỏ	<i>Lumnitzera littorea</i>	40,2	307	39,0	0,287	41,5
Vẹt	<i>Bruguiera gymnorrhiza</i>	9,4	85	10,8	0,055	7,9
Cui	<i>Heritiera littoralis</i>	7,9	63	8,0	0,055	7,9
1 loài cây rừng ngập phèn ưu thế		27,5	211	26,8	0,196	28,3
Tràm	<i>Melaleuca cajuputi</i>	27,5	211	26,8	0,196	28,3
7 loài cây khác		15,0	122	15,4	0,10	14,48
		100	788	100	0,692	100

3.1.3. Tổ thành thực vật của quần xã Tràm + Vẹt dù

Tổ thành thực vật ưu thế gồm 2 loài (bảng 3): Tràm nước (*Melaleuca cajuputi*), Vẹt, chỉ số IV chiếm 99,1%, chứng tỏ độ tập trung của các loài ưu thế rất cao. Tương tự như quần xã Cóc đỏ + Vẹt + Cui - Tràm, cây Tràm nước là loài

cây chiếm ưu thế và không phải là cây rừng ngập mặn nhưng xuất hiện cùng với cây rừng ngập mặn, chứng tỏ đây là vùng giao thoa giữa hệ sinh thái rừng ngập mặn và ngập phèn hay nói cách khác đây là quần xã thực vật chuyển tiếp giữa 2 hệ sinh thái.

Bảng 3. Tổ thành quần xã Tràm + Vẹt

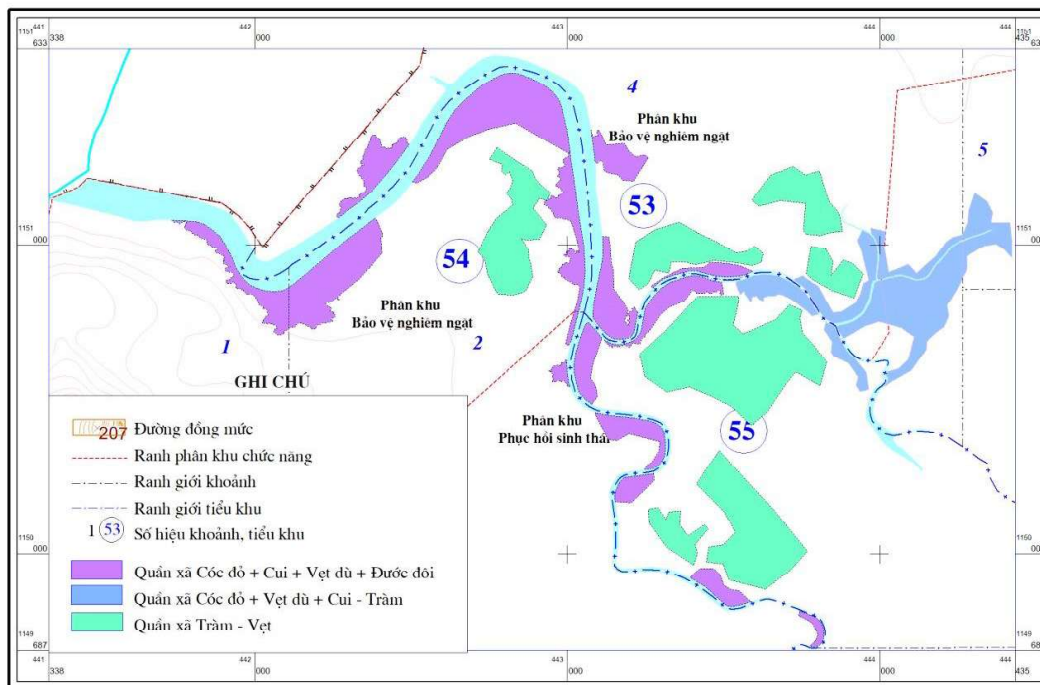
Tên Việt Nam	Tên la tinh	IV%	N (cây/ha)	N%	G (m ² /ha)	G%
2 loài cây ưu thế và đồng ưu thế		99,1	950	99,0	0,073	99,3
Tràm	<i>Melaleuca cajuputi</i>	75,9	710	74,0	0,057	77,9
Vẹt dù	<i>Bruguiera gymnorrhiza</i>	23,2	240	25,0	0,016	21,4
1 loài khác (Giá)	<i>Excoecaria agallocha</i>	0,9	10	1,0	0,001	0,7
Tổng		100,0	960	100,0	0,073	100,0

Thảo luận: Ở Việt Nam hiện có 77 loài cây ngập mặn, trong đó nhóm cây ngập mặn “thực thụ” có 35 loài thuộc 20 chi, 16 họ thực vật. Nhóm cây gia nhập rừng ngập mặn có 42 loài thuộc 36 chi, 28 họ thực vật (Phan Nguyên Hồng, 1999). Như vậy, ở khu nghiên cứu đã ghi nhận được 33 loài thuộc 16 họ thực vật thân gỗ có mạch khác nhau. Trong số 33 loài này có 16 loài thuộc

nhóm cây ngập mặn chính thức và 17 loài cây gia nhập rừng ngập mặn. Các loài cây rừng ngập mặn thường gặp là Cóc đỏ, Vẹt dù, Đước đôi... Kết quả nghiên cứu này cũng tương đồng với kết quả nghiên cứu thành phần loài và đặc điểm của thảm thực vật trong hệ sinh thái rừng ngập mặn của VQG Phú Quốc (Đặng Minh Quân *et al.*, 2022).

3.1.4. Thực trạng phân bố các quần xã thực vật rừng ngập mặn

**BẢN ĐỒ PHÂN BỐ RỪNG NGẬP MẶN TẠI KHU VỰC RẠCH TRÀM,
VƯỜN QUỐC GIA PHÚ QUỐC, TỈNH AN GIANG**



Hình 2. Hiện trạng phân bố rừng ngập mặn

Quần xã thực vật rừng ngập mặn vùng nghiên cứu gồm: Đầu tiên là quần xã Cóc đỏ + Cui + Vẹt dù + Đước đôi phân bố dọc theo hai bên bờ sông, nơi chịu ảnh hưởng chế độ thủy triều và nằm ở vùng cửa sông, với nhiều đám/lô rừng tách rời nhau, tùy theo mức độ cao/thấp của địa hình; Tiếp đến là quần xã Cóc đỏ + Vẹt dù + Cui - Tràm phân bố ở khu vực cuối sông

Rạch Tràm, nơi có địa hình cao hơn so với quần xã; và tiếp theo vào sâu bên trong so với mép sông là quần xã Tràm + Vẹt dù. Kết quả nghiên cứu phân bố các quần xã thực vật khá tương đồng với kết quả nghiên cứu ảnh hưởng của chế độ triều với thực vật chỉ thị cho cây rừng ngập mặn (Chapman (1975) trích dẫn bởi FAO, 1994).

Bảng 4. Diện tích các quần xã thực vật rừng ngập mặn theo các phân khu chức năng

DVT: ha

Quần xã thực vật	Phân khu bảo vệ nghiêm ngặt	Phân khu phục hồi sinh thái	Tổng	Tỷ lệ %
Cóc đỏ + Cui + Vẹt dù + Đước đôi	21,9	7,2	29,1	36,42
Cóc đỏ + Vẹt dù + Cui - Tràm	3,1	10,1	13,2	16,52
Tràm + Vẹt	14,3	23,3	37,6	47,06
Tổng	39,3	40,6	79,9	100,00

Theo số liệu thống kê trong Phương án Quản lý rừng bền vững VQG Phú Quốc (2022). Diện

tích rừng ngập mặn tại khu vực sông Rạch Tràm là 17,8 ha. Kết quả điều tra lần này là 79,9 ha,

tăng 62,1 ha, có thể phương pháp thực hiện năm 2014 được điều tra với quy mô cả tỉnh, tỷ lệ bản đồ 1/50.000 và chất lượng ảnh vệ tinh chưa tốt, bên cạnh đó kết quả điều tra lần này có bổ sung thêm quần thể Vẹt (loài cây rừng ngập mặn) xen lẫn với rừng tràm mà các kết quả điều tra, nghiên cứu trước đây chưa có. Trong 2 quần xã (i) và (ii) có diện tích 42,3 ha, chiếm 52,94%.

Cả 2 quần xã này đều có xuất hiện loài cây Cóc đỏ tham gia vào tổ thành các loài cây ưu thế và đồng ưu thế.

3.2. Đặc điểm cấu trúc rừng

- Kết quả tổng hợp các chỉ tiêu sinh trưởng cho thấy sự khác biệt rõ rệt giữa ba quần xã rừng ngập mặn (bảng 5).

Bảng 5. Các chỉ số bình quân trên 1 ha rừng của các quần xã thực vật

TT	Quần xã	$D_{1,3m}$ (cm)	N, cây/ha	H_{vn} (m)	G, m^2/ha	M, m^3/ha
1	Cóc đỏ + Cui + Vẹt dù + Đước đôi	13,6	347	6,1	19,4	70,7
2	Cóc đỏ + Vẹt dù + Cui + Xu ổi - Tràm	11,2	788	6,0	29,9	96,5
3	Tràm + Vẹt	8,9	960	7,3	20,0	75,2

+ Quần xã Cóc đỏ + Cui + Vẹt dù + Đước đôi có mật độ 347 cây/ha, thấp nhất trong ba quần xã nghiên cứu. Tuy nhiên, đường kính trung bình ($D_{1,3m}$) đạt 13,6 cm, cao nhất trong các quần xã, cùng với chiều cao vút ngọn trung bình (H_{vn}) 6,1 m. Tổng tiết diện ngang đạt 19,4 m^2/ha và trữ lượng gỗ đạt 70,7 m^3/ha . Cấu trúc này cho thấy quần xã có xu hướng gồm các cá thể kích thước về đường kính lớn hơn 2 quần xã còn lại, mật độ tuy không cao nhưng mức độ tích lũy sinh bình quân mỗi cá thể lớn.

+ Quần xã Cóc đỏ + Vẹt dù + Cui - Tràm có mật độ 788 cây/ha, cao gấp hơn hai lần so với quần xã thứ nhất. Mặc dù đường kính trung bình chỉ đạt 11,2 cm và chiều cao trung bình 6,0 m, song tổng tiết diện ngang đạt 29,9 m^2/ha và trữ lượng đạt 96,5 m^3/ha - cao nhất trong ba quần xã. Điều này phản ánh vai trò của mật độ cây rừng trong việc gia tăng tổng sinh khối lâm phần, cho thấy quần xã này đang trong giai đoạn sinh trưởng và có sự cạnh tranh về mặt không gian sinh trưởng.

+ Quần xã Tràm + Vẹt dù có mật độ cao nhất (960 cây/ha) nhưng đường kính trung bình thấp nhất (8,9 cm). Chiều cao trung bình đạt 7,3 m - cao nhất trong ba quần xã. Tổng tiết diện ngang

đạt 20,0 m^2/ha và trữ lượng đạt 75,2 m^3/ha . Mặc dù mật độ lớn, kích thước cá thể nhỏ làm cho tổng tiết diện và trữ lượng không vượt trội so với quần xã thứ hai. Điều này cho thấy quần xã đang trong giai đoạn rừng trẻ với mật độ dày, cạnh tranh sinh trưởng mạnh.

- So sánh tổng thể cho thấy quần xã Cóc đỏ + Vẹt dù + Cui - Tràm có tiềm năng tích lũy sinh khối cao nhất, trong khi quần xã Tràm + Vẹt đặc trưng bởi mật độ lớn nhưng kích thước cá thể nhỏ. Quần xã Cóc đỏ + Cui + Vẹt + Đước đôi thể hiện cấu trúc ổn định hơn với đường kính trung bình cao và mật độ thấp hơn.

3.2.1. Phân bố theo nhóm cấp đường kính và chiều cao

3.2.1.1. Quần xã Cóc đỏ + Cui + Vẹt + Đước đôi

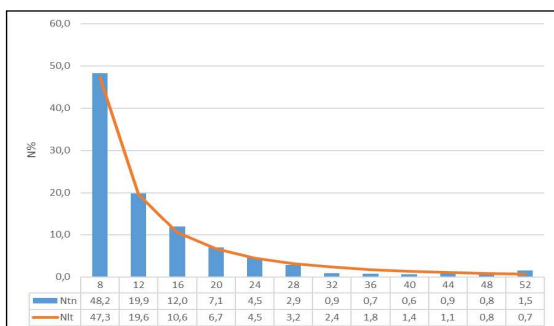
Kết quả phân tích cho thấy phân bố N/D phù hợp với hàm Weibull. Điều này được thể hiện qua kiểm định Chi-square với giá trị $\chi^2_{\text{tính}}$ (6,19) < $\chi^2_{0,05}$ (9,49), phù hợp để mô phỏng cấu trúc đường kính của quần xã, có xu hướng giảm dần từ cấp kính nhỏ đến cấp kính lớn, số lượng cây tập trung chủ yếu ở các cấp đường kính nhỏ (bảng 6). Đây là đặc trưng thường gặp ở trạng thái rừng tự nhiên có tái sinh liên tục.

Bảng 6. Phân bố số cây phân theo nhóm cấp đường kính

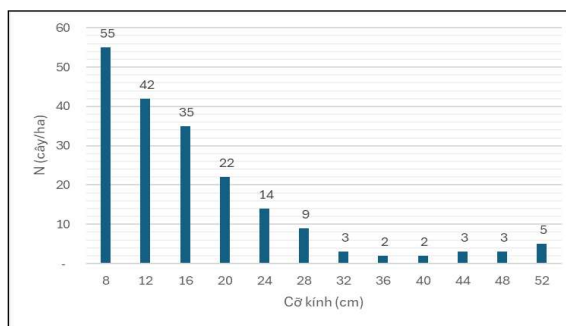
Cỡ đường kính (cm)	Ntn (cây/ha)	Ntn Cóc đồ (cây/ha)	$N(x-x_{min})^\alpha$	P(x)	Nlt	χ^2
8	167	55	259,02	0,4586	159	0,43
12	69	42	213,55	0,1902	66	0,14
16	41	35	177,01	0,1024	36	1,00
20	25	22	129,23	0,0645	22	0,20
24	16	14	96,34	0,0438	15	0,01
28	10	9	70,28	0,0312	11	0,06
32	3	3	23,86	0,0229	8	3,00
36	3	2	21,36	0,0172	6	2,02
40	2	2	20,55	0,0132	5	1,21
44	3	3	30,30	0,0103	4	
48	3	3	29,34	0,0081	3	
52	5	5	59,03	0,0065	2	
Tổng	347	195	1.129,87	0,9690	336	8,07
	$\alpha = 0,63$		$\lambda = 0,31$		$\chi^2_{\text{bảng}} = 12,59$	

Cấu trúc N/D của Cóc đồ thể hiện phân bố giảm, số cây tập trung chủ yếu ở các cấp đường kính nhỏ, trong khi số cây ở cấp kính lớn giảm nhanh. Sự tồn tại đồng thời của nhiều cấp kính

chứng minh quần thể Cóc đồ có cấu trúc tuổi tương đối hoàn chỉnh, phản ánh tính ổn định sinh thái cao.



Hình 3. Biểu đồ phân bố N/D thực nghiệm và lý thuyết quần xã Cóc đồ + Cui + Vẹt dù + Đước đôi



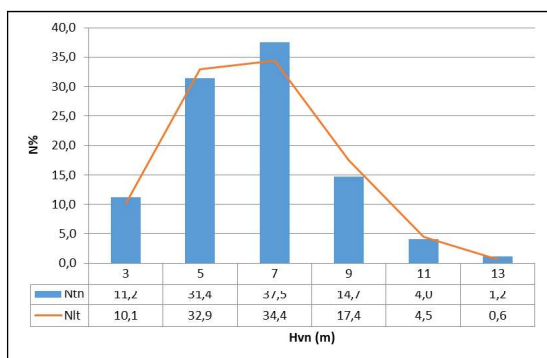
Hình 4. Biểu đồ phân bố N/D Cóc đồ trong quần xã Cóc đồ + Cui + Vẹt + Đước đôi

- Phân bố số cây theo cấp chiều cao:

Bảng 7. Phân bố số cây theo cấp chiều cao

Chiều cao (m)	Ntn (cây/ha)	Ntn Cóc đồ (cây/ha)	$N(x-x_{min})^\alpha$	P(x)	Nlt (cây/ha)	χ^2
3	39	13	39	0,101	35	0,44
5	109	53	1.522	0,329	114	0,24
7	130	73	6.187	0,344	119	0,94
9	51	40	5.443	0,174	61	1,49
11	14	12	2.731	0,045	16	0,17
13	4	4	1.263	0,006	2	
Tổng	347	195	17.185	1,000	347	3,28
	$\alpha = 2,4$		$\lambda = 0,02$		$\chi^2_{\text{bảng}} =$	

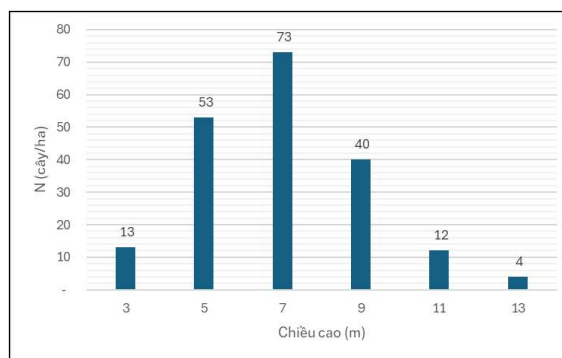
Kết quả kiểm định cho thấy phân bố số cây theo cấp chiều cao (N/H) của quần xã phù hợp với hàm Weibull ($\chi^2_{\text{tính}} (3,28) < \chi^2_{\text{bảng}} (7,81)$). Phân bố có dạng một đỉnh lệch phải nhẹ (bảng 7, hình 5). Nhóm cây có chiều cao từ 4 - 8 m chiếm 68,9% tổng số cá thể sau đó giảm mạnh ở các cấp chiều cao lớn hơn. Nhóm cây thấp dưới 4 m chỉ chiếm 11,2%, trong khi nhóm cây cao ≥ 8 m chiếm 19,9%. Phân bố N/H cây Cóc đỏ cũng có dạng phân bố giảm và chiếm tới 56,2%



Hình 5. Biểu đồ phân bố M/H lý thuyết và thực nghiệm quần xã Cóc đỏ + Cui + Vẹt dù + Đước đôi

tổng số cây, trong đó tập trung chủ yếu ở cấp chiều cao 4 -10 m (163 cây), chiếm 83,6% số cá thể của loài này.

Nhìn chung, phân bố N/H của lâm phần có đặc điểm phù hợp với quy luật sinh trưởng tự nhiên của rừng hỗn loài khác tuổi. Cấu trúc chiều cao biểu hiện xu hướng phát triển tương đối ổn định, khả năng tái tạo tầng cây kế cận khá tốt và phản ánh trạng thái diễn thế của hệ sinh thái rừng đang theo hướng ổn định bền vững.



Hình 6. Biểu đồ phân bố N/H Cóc đỏ trong quần xã Cóc đỏ + Cui + Vẹt dù + Đước đôi

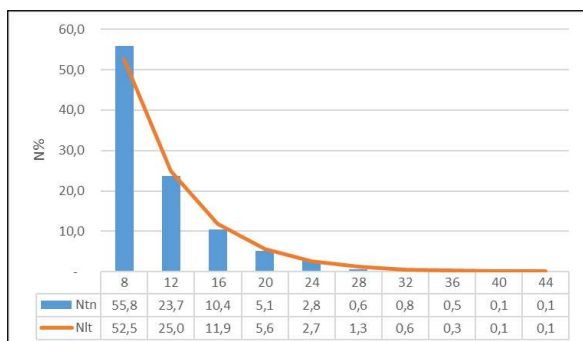
3.2.1.2. Quần xã Cóc đỏ + Vẹt + Cui - Tràm

- Phân bố số cây theo cấp đường kính ở quần xã này cũng phù hợp với hàm Weibull (giá trị $\chi^2_{\text{tính}} (6,84) < \chi^2_{0,05} (11,07)$), có xu hướng giảm dần từ cấp kính nhỏ đến cấp kính lớn, số lượng cây tập trung chủ yếu ở các cấp đường kính nhỏ (6 - 10 cm, với 440 cây/ha (55,8 %), sau

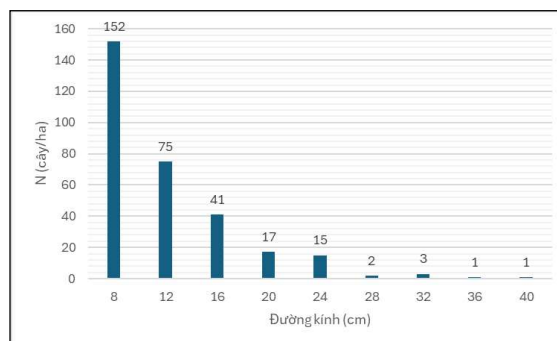
đó giảm mạnh ở các cấp kính tiếp theo (bảng 8, hình 7). Đây là đặc trưng thường gặp ở trạng thái rừng tự nhiên có tái sinh liên tục. Cây Cóc chiếm ưu thế với 307 cây/ha (39,0% tổng số cây) cũng có dạng phân bố giảm theo quy luật này, tập trung chủ yếu ở cấp kính 6 - 10 cm (152 cây/ha).

Bảng 8. Phân bố số cây theo nhóm cấp đường kính

Đường kính (cm)	Ntn (cây/ha)	Ntn Cóc đỏ (cây/ha)	N (x-xmin) ^α	P(x)	Nlt (cây/ha)	χ ²
8	440	152	880	0,52	414	1,69
12	187	75	1.122	0,25	197	0,46
16	82	41	820	0,12	93	1,39
20	40	17	560	0,06	44	0,43
24	22	15	396	0,03	21	0,04
28	5	2	110	0,01	10	2,51
32	6	3	156	0,01	5	0,32
36	4	1	120	0,00	2	
40	1	1	34	0,00	1	
44	1		38	0,00	1	
Tổng	788	307	4.236	1,00	788	6,84
α = 1		λ = 0,186		χ ² bảng = 11,07		



Hình 7. Biểu đồ phân bố N/D lý thuyết và thực nghiệm quần xã Cóc đỏ + Vẹt dù + Cui - Tràm



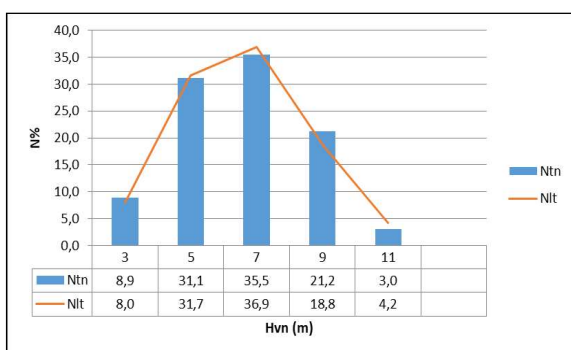
Hình 8. Biểu đồ phân bố N/D Cóc đỏ trong quần xã Cóc đỏ + Vẹt dù + Cui - Tràm

- Kết quả kiểm định cho thấy phân bố số cây theo cấp chiều cao (N/H) của quần xã phù hợp với hàm Weibull (χ^2 tính (6,37) < χ^2 bảng (7,81)). Phân bố có dạng một đỉnh lệch phải nhẹ (bảng 9, hình 9). Nhóm cây có chiều cao từ 4 - 8 m chiếm 66,6% tổng số cá thể sau đó giảm

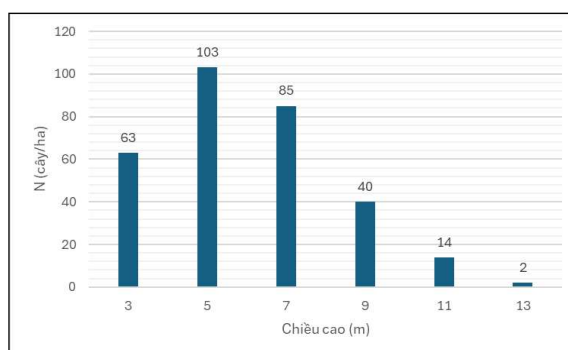
mạnh ở các cấp chiều cao tiếp theo. Phân bố N/H cây Cóc đỏ cũng có dạng phân bố giảm và chiếm tới 39,0% tổng số cây, trong đó tập trung chủ yếu ở cấp chiều cao 4 - 6 m (103 cây), chiếm 33,6% số cá thể của loài này.

Bảng 9. Phân bố số cây theo cấp chiều cao

Cỡ chiều cao	Ntn (cây/ha)	Ntn Cóc đỏ (cây/ha)	N (x-xmin) ^α	P(x)	Nlt (cây/ha)	χ^2
3	70	63	70	0,0800	63	0,77
5	245	103	4.263	0,3168	250	0,09
7	280	85	18.386	0,3688	291	0,39
9	167	40	26.301	0,1878	148	2,45
11	24	14	7.265	0,0425	33	2,68
13	2	2	1.020	0,0040	3	
Tổng	788		57.305	0,9998	788	6,37
$\alpha = 2,6$			$\lambda = 0,0138$		χ^2 bảng = 7,81	



Hình 9. Biểu đồ phân N/H lý thuyết và thực nghiệm quần xã Cóc đỏ + Vẹt dù + Cui - Tràm



Hình 10. Biểu đồ phân N/H cây Cóc đỏ trong quần xã Cóc đỏ + Vẹt dù + Cui - Tràm

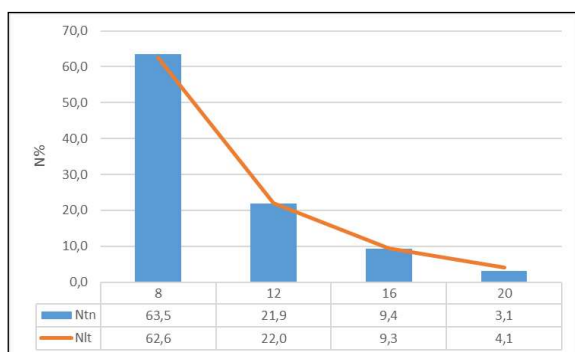
3.2.1.3. Quần xã Tràm + Vẹt

- Phân bố số cây theo cấp đường kính ở quần xã này cũng phù hợp với hàm Weibull (giá trị $\chi^2_{\text{tính}}$ (3,06) < $\chi^2_{0,05}$ (7,82), số cây có xu hướng giảm liên tục từ cấp kính nhỏ (cấp kính 6 - 10 cm, với

610 cây/ha (63,5%)) đến cấp kính lớn, tạo nên dạng phân bố “chữ J ngược” (bảng 10, hình 11). Đây là đặc trưng thường gặp ở trạng thái rừng tự nhiên khác tuổi và quần xã có khả năng tái sinh tương đối tốt.

Bảng 10. Phân bố số cây theo nhóm cấp đường kính

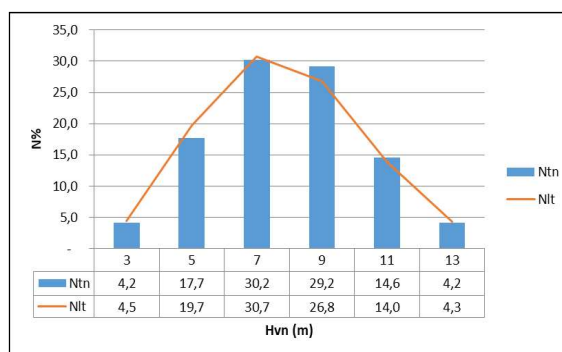
Đường kính (cm)	Ntn (cây/ha)	$N(x-x_{\min})^\alpha$	P(x)	Nlt (cây/ha)	χ^2
8	610	1.138	0,62	591	0,63
12	210	1.053	0,22	208	0,02
16	90	715	0,09	88	0,05
20	30	323	0,04	39	2,14
24	20	270	0,02	18	0,22
Tổng	960	3.499	1,0	944	3,06
$\alpha = 1,0$		$\lambda = 0,307$		$\chi^2_{\text{bảng}} = 7,82$	



Hình 11. Biểu đồ phân bố N/D lý thuyết, thực nghiệm quần xã Tràm + Vẹt

- Phân bố theo cấp chiều cao:

- Kết quả kiểm định cho thấy phân bố số cây theo cấp chiều cao (N/H) của quần xã phù hợp với hàm Weibull ($\chi^2_{\text{tính}}$ (4,63) < $\chi^2_{\text{bảng}}$ (9,49)). Phân bố có dạng một đỉnh tương đối rõ với $\alpha = 3$ (bảng 11, hình 12). Tập trung ở cấp chiều cao trung bình từ



Hình 12. Biểu đồ phân bố N/H lý thuyết và thực nghiệm quần xã Tràm + Vẹt

6 - 10 m chiếm 59,4% tổng số cá thể sau đó giảm dần ở cấp chiều cao thấp và cao hơn. Đây là đặc điểm thường gặp ở các quần xã rừng đã trải qua quá trình cạnh tranh tự nhiên tương đối ổn định, trong đó cây tái sinh và cây tầng vượt tán chiếm tỷ lệ thấp hơn so với nhóm cây trung bình.

Bảng 11. Phân bố số cây theo cấp chiều cao

Chiều cao (m)	Ntn (cây/ha)	$N(x-x_{\min})^\alpha$	P(x)	Nlt (cây/ha)	χ^2
3	40	40	0,04	42	0,13
5	170	2.958	0,20	188	1,63
7	290	19.042	0,30	292	0,02
9	280	44.097	0,27	255	2,44
11	140	42.380	0,14	133	0,36
13	40	20.402	0,04	41	0,04
Tổng	960		1,0	952	4,63
$\alpha = 3$		$\lambda = 0,01$		$\chi^2_{\text{bảng}} = 9,49$	

Kết quả nghiên cứu cho thấy, phân bố số cây theo cấp đường kính (N/D) ở 3 quần xã có dạng “chữ J ngược). Đặc trưng của dạng phân bố này là số lượng cây tập trung rất lớn ở các cấp đường kính nhỏ, sau đó giảm nhanh theo chiều tăng của đường kính, phản ánh cấu trúc quần thể có nhiều lớp tuổi. Theo Meyer (1952) và nhiều nghiên cứu sau đó, dạng phân bố này được xem là tiêu chuẩn của rừng tự nhiên không đều tuổi có cấu trúc bền vững. Kết quả nghiên cứu cũng khá tương đồng với các nghiên cứu trước đây của Quách Văn Toàn Em (2025) khi nghiên cứu đặc điểm sinh thái của loài Cóc đỏ trong các quần xã thực vật rừng ngập mặn ở một số tỉnh ven biển Nam bộ.

Phân bố N/H có dạng một đỉnh hơi lệch phải, số cây tập trung chủ yếu ở các cấp chiều cao thấp và trung bình, sau đó giảm dần ở các cấp chiều cao lớn hơn. Đường cong phân bố kéo dài về phía các cấp chiều cao lớn, phản ánh quần xã rừng đang trong quá trình phục hồi hoặc phát triển.

3.2.2. Tái sinh rừng

Tái sinh tự nhiên của rừng là một quá trình phức tạp và đặc thù về sinh học, phản ánh sự tương tác giữa các yếu tố sinh thái và môi trường. Đặc điểm hậu vật học, sinh thái học của loài, cũng như các điều kiện địa hình và tiểu khí hậu trong khu vực rừng đều đóng vai trò quan trọng trong việc hình thành các quy luật tái sinh của hệ sinh thái này. Những yếu tố này không chỉ ảnh hưởng đến khả năng phục hồi của rừng mà còn quyết định sự đa dạng sinh học và bền vững của hệ sinh thái rừng (K. Kathiresan, 2001).

3.2.2.1. Quần xã Cóc đỏ + Cui + Vẹt + Đước đôi

Thành phần thực vật cây tái sinh (bảng 12) trong các ô đo đếm là 16 loài, có 4 loài thuộc tổ thành cây ưu thế chiếm 73,9% tổng số cây tái sinh gồm Cóc đỏ, Cui, Vẹt dù, Đước đôi, các loài khác chỉ chiếm 26,1% tổng số cây tái sinh, Cóc đỏ là loài có số cây tái sinh nhiều nhất (30,8%). Cây tái sinh có triển vọng ($H > 1\text{ m}$) có khả năng tham gia tầng cây cao trong tương lai chiếm tới 54,9%.

Bảng 12. Phân bố số cây theo cấp chiều cao cây tái sinh

Đvt: Cây/ha

STT	Loài cây	N/ha	%	Cấp chiều cao (m)		
				<0,5	0,5 - 1,0	>1m
I	04 loài cây ưu thế và đồng ưu thế	14.760	73,9	4.480	2.690	7.590
1	Cóc đỏ	6.150	30,8	2.300	980	2.870
2	Vẹt	2.190	11,0	1.230	250	710
3	Đước đôi	3.130	15,7	370	490	2.270
4	Cui	3.290	16,5	580	970	1.740
II	12 loài cây khác	5.220	26,1	950	890	3.380
	Tổng	19.980	100,0	5.430	3.580	10.970

- Về nguồn gốc cây tái sinh: Nguồn hạt giống từ lớp cây mẹ đã hình thành nên cây có nguồn gốc tái sinh từ hạt chiếm tỷ lệ cao (71,6%). Cây tái sinh có nguồn gốc từ chồi chỉ chiếm 28,4% chủ yếu là do cây rừng đã quá thành thực, gãy đổ. Về chất lượng cây tái sinh những cây có phẩm

chất A (tán lá phát triển đều, không cong queo, sâu bệnh và cụt ngọn) chiếm 82,5% (bảng 13). Qua đó cho thấy, rừng được bảo vệ tốt trong nhiều năm qua. Đây là cơ sở quan trọng để đề xuất các giải pháp lâm sinh trong quá trình phục hồi rừng tự nhiên.

Bảng 13. Phân bố số cây tái sinh phân theo nguồn gốc.

Đvt: Cây/ha

TT	Loài cây	Tổng cộng	Nguồn gốc		Chất lượng		
			Hạt	Chồi	a	b	c
I	04 loài cây ưu thế và đồng ưu thế	14.760	11.070	3.690	12.390	1.860	510
1	Cóc đỏ	6.150	5.090	1.060	5.390	630	130
2	Vẹt	2.190	2.120	70	1.710	390	90
3	Đước đôi	3.130	2.070	1.060	2.940	140	50
4	Cui	3.290	1.790	1.500	2.350	700	240
II	Các loài khác	5.220	3.240	1.980	4.090	930	200
	Tổng cộng	19.980	14.310	5.670	16.480	2.790	710
	%	100,0	71,6	28,4	82,5	14,0	3,6

3.2.2.2. *Quần xã Cóc đỏ + Vẹt dù + Cui - Tràm*
 Quần xã này có 5 loài thực vật ưu thế và đồng ưu thế, chiếm 87,5% tổng số cây tái sinh gồm: Vẹt dù, Giá (*Excoecaria agallocha*), Cóc đỏ, Đước đôi, Dà đen (*Ceriops decandra*); các

loài khác chỉ chiếm 12,5%. Vẹt là loài có số cây tái sinh nhiều nhất chiếm 33,9%. Cây tái sinh có triển vọng ($H > 1$ m) có khả năng tham gia tầng cây cao trong tương lai chiếm 38,8% (bảng 14).

Bảng 14. Các loài cây tái sinh ưu thế, tổ thành cây tái sinh

Đvt: Cây/ha

TT	Loài cây	Tổng cộng	N%	Phân theo cấp chiều cao (m)		
				<0,5	0,5 - 1,0	> 1
I	05 loài cây ưu thế và đồng ưu thế	65.813	87,5	28.667	12.986	24.157
1	Vẹt	25.493	33,9	13.627	5.440	6.426
2	Cóc đỏ	12.053	16,0	4.880	2.160	5.013
3	Giá	15.547	20,7	6.213	2.960	6.373
4	Đước đôi	7.680	10,2	2.667	1.333	3.680
5	Dà đen	5.040	6,7	1.280	1.093	2.665
II	08 loài cây khác	9.413	12,5	2.640	1.733	5.041
	Tổng cộng	75.227	100,0	31.307	14.720	29.201
	%	100,0		41,6	19,6	38,8

- Về nguồn gốc cây tái sinh: Cũng như quần xã Cóc đỏ + Cui + Vẹt dù + Đước đôi, rừng được bảo vệ tốt trong nhiều năm qua nên cây có nguồn gốc tái sinh từ hạt chiếm tỷ lệ khá cao

(82,7%). Cây tái sinh có nguồn gốc từ chồi chỉ chiếm tỷ lệ nhỏ (17,3%) và cây có phẩm chất A chiếm đa số (63,1%) (bảng 15).

Bảng 15. Phân bố số cây tái sinh theo nguồn gốc - chất lượng

Đvt: Cây/ha

TT	Loài cây	Tổng cộng	Nguồn gốc tái sinh		Chất lượng cây tái sinh		
			Hạt	Chồi	a	b	c
I	05 loài cây ưu thế và đồng ưu thế	65.815	55.521	10.294	40.080	21.654	4.081
1	Vẹt	25.493	23.893	1.600	14.960	8.480	2.053
2	Cóc đỏ	12.055	9.681	2.374	7.147	4.454	454
3	Giá	15.547	12.267	3.280	7.573	6.560	1.414
4	Đước đôi	7.680	5.653	2.027	6.107	1.493	80
5	Dà đen	5.040	4.027	1.013	4.293	667	80
II	08 loài cây khác	9.413	6.720	2.693	7.360	1.947	106
	Tổng cộng	75.228	62.241	12.987	47.440	23.601	4.187
	%	100,0	82,7	17,3	63,1	31,4	5,6

- Quần xã thực vật này có mật độ cây tái sinh nhiều hơn so với quần xã Cóc đỏ + Cui + Vẹt + Đước đôi. Đây cũng là cơ sở để phân loại 2 quần xã khác nhau.

3.2.2.3. Quần xã Tràm + Vẹt

Quần xã này khá đặc biệt tại vùng đất ngập nước của VQG Phú Quốc thể hiện ở 2 khía cạnh: Có sự hỗn giao giữa cây gỗ của rừng ngập mặn (Vẹt) với cây gỗ rừng ngập phèn (cây Tràm); Cây tràm sống được tại những chỗ đất có mức độ ngập thấp, trong thời gian ngắn (Mặt đất chỉ ngập nước thủy triều lên đỉnh, sau đó không ngập).

Lớp tái sinh của quần xã này chủ yếu là cây Vẹt dù chiếm 96,2% (bảng 16), dự báo trong tương lai diễn thế của rừng cây gỗ ngập mặn (cây Vẹt) sẽ chiếm ưu thế, thay thế cây Tràm, điều này phù hợp với kịch bản về biến đổi khí hậu, nước biển dâng, một phần đất ngập nội địa thấp sẽ chịu tác động, ngập nước thủy triều biển, giúp một số loài thực vật ngập mặn tái sinh và diễn thế từ rừng hỗn giao phèn mặn thành rừng cây ngập mặn. Do đó, tổ thành thực vật ưu thế là Vẹt dù chiếm tới 97,9%. Cây tái sinh có triển vọng ($H > 1$ m) có khả năng tham gia tầng cây cao trong tương lai chiếm 33,1%.

Bảng 16. Các loài cây tái sinh ưu thế, tổ thành cây tái sinh

Đvt: Cây/ha

TT	Loài cây	Tổng cộng	N%	Cấp chiều cao (m)		
				<0,5	0,5 - 1,0	> 1m
I	01 loài cây ưu thế	80.640	97,9	43.680	10.720	26.240
1	Vẹt dù	80.640	97,9	43.680	10.720	26.240
II	02 loài cây khác	1.760	2,1	320	400	1.040
1	Giá	480	0,6	320	80	80
2	Tràm nước	1.280	1,6		320	960
	Tổng cộng	82.400	100,0	44.000	11.120	27.280
	%	100,0	0,1	53,4	13,5	33,1

- Cây tái sinh có nguồn gốc từ các cây mẹ (tầng cây gỗ) tương đồng với 2 quần xã Cóc đỏ + Cui + Vẹt dù + Đước đôi và Cóc đỏ +

Vẹt dù + Cui - Tràm, chiếm tới 93,1%. Về chất lượng cây tái sinh những cây có phẩm chất A chiếm 57,7%.

Bảng 17. Phân bố số cây tái sinh theo nguồn gốc, chất lượng*Đvt: cây/ha*

TT	Loài cây	Tổng cộng	Nguồn gốc		Chất lượng cây tái sinh		
			Hạt	Chồi	a	b	c
I	01 loài cây ưu thế	80.640	75.360	5.280	46.640	20.880	13.120
1	Vẹt	80.640	75.360	5.280	46.640	20.880	13.120
II	02 loài cây khác	1.760	1.360	400	880	640	240
1	Tràm nước	1.280	880	400	400	640	240
2	Giá	480	480		480	-	-
	Tổng cộng	82.400	76.720	5.680	47.520	21.520	13.360
	N%	100,0	93,1	6,9	57,7	26,1	16,2

Nhìn chung, mật độ cây tái sinh vùng nghiên cứu rất cao, cây có nguồn gốc tái sinh từ hạt đóng vai trò đặc biệt quan trọng trong việc duy trì và gia tăng đa dạng di truyền của quần xã thực vật. Nhờ đó, thể hệ cây con có khả năng thích nghi tốt hơn với biến động môi trường, góp phần nâng cao tính ổn định và khả năng phục hồi lâu dài của hệ sinh thái rừng (Whitmore, 1998; FAO, 2010). Ngoài ra, tái sinh từ hạt còn là cơ sở hình thành cấu trúc rừng nhiều tầng, nhiều cấp tuổi - một đặc trưng điển hình của rừng tự nhiên nhiệt đới. Ngược lại, tái sinh từ chồi thông qua sự phát triển của chồi cây mẹ sau khi bị tác động chiếm tỷ lệ ít và có khả năng chống chịu với sâu bệnh và biến đổi môi trường kém hơn so với tái sinh từ hạt (Lamprecht, 1989). Do đó, cần cân nhắc giữa hai hình thức tái sinh phù hợp với mục tiêu bảo tồn đối với rừng đặc dụng.

3.3. Đề xuất một số giải pháp bảo tồn hệ sinh thái rừng ngập mặn và loài Cóc đỏ

3.3.1. Giải pháp bảo tồn hệ sinh thái rừng ngập mặn nói chung

- Thực hiện bảo tồn tại chỗ: Kiểm soát các tác động làm phá vỡ cấu trúc đường kính tự nhiên, đặc biệt là cây có đường kính lớn (≥ 20 cm), nhằm duy trì cây mẹ và đảm bảo nguồn giống tự nhiên.

- Xem xét tia thưa cường độ nhẹ (loại bỏ cây cong queo, sâu bệnh, sinh trưởng kém) để: Tăng không gian dinh dưỡng; Thúc đẩy sinh trưởng đường kính; Tăng khả năng hình thành tầng vượt tán. Biện pháp này đặc biệt cần thiết trong quần xã Tràm + Vẹt có mật độ dày và $D_{1,3m}$ trung bình thấp và ở phân khu phục hồi sinh thái.

- Cần duy trì chế độ ngập triều tự nhiên; tránh xây dựng công trình làm thay đổi dòng chảy; Giám sát biến động mực nước biển và xâm nhập mặn trong bối cảnh biến đổi khí hậu.

- Khoanh nuôi xúc tiến tái sinh tự nhiên: Bảo vệ tầng cây tái sinh; Không phát dọn toàn diện thảm tươi nếu không cần thiết để tránh làm mất vi sinh cảnh của cây mầm. Ưu tiên bảo vệ cây tái sinh có nguồn gốc từ hạt.

3.3.2. Giải pháp bảo tồn loài Cóc đỏ

- Bảo vệ cây mẹ: Lập danh mục và đánh dấu cây Cóc đỏ có $D_{1,3m} \geq 20$ cm làm cây bảo tồn nguồn gen; Cấm tác động cơ giới đến vùng rễ và khu vực phát tán hạt.

- Phân tích N/D cho thấy số lượng cây Cóc đỏ tập trung ở cấp kính trung bình (6 - 14,9 cm). Cần theo dõi định kỳ tốc độ tăng trưởng để đảm bảo lớp cây này chuyển tiếp lên cấp kính lớn.

- Khoanh nuôi xúc tiến tái sinh tự nhiên, trong đó ưu tiên những cây có nguồn gốc tái sinh từ

hạt. Đối với những vùng cây rừng thưa cần trồng bổ sung theo cụm nhỏ.

- Giám sát dài hạn cấu trúc quần thể: Thiết lập ô tiêu chuẩn cố định; Theo dõi biến động N/D và N/H định kỳ 3 - 5 năm/lần; Đánh giá tỷ lệ tái sinh sống sót và tốc độ chuyển cấp kính.

Nếu được quản lý phù hợp, hệ sinh thái rừng ngập mặn không chỉ duy trì đa dạng sinh học mà còn gia tăng khả năng tích lũy sinh khối, hấp thụ carbon và thích ứng với biến đổi khí hậu.

IV. KẾT LUẬN

- Đã xác định diện tích phân bố các quần xã thực vật rừng ngập mặn trên sông Rạch Tràm là 79,9 ha, tăng so với các kết quả điều tra trước đây là 62,1 ha. Trong đó đã xác định được phạm vi phân bố quần xã Tràm + Vẹt mà các nghiên cứu trước đây chưa thực hiện. Đây là nơi giao thoa giữa hệ sinh thái rừng ngập mặn và hệ sinh thái rừng tràm và là một lát cắt hệ sinh thái rừng vô cùng lý thú cho các nhà khoa học tiếp tục nghiên cứu, giám sát theo dõi diễn thế rừng đặt

trong mối quan hệ chế độ ngập nước (thời gian ngập, mức độ ngập), tính chất nước, thổ nhưỡng, địa hình...

- Tổ thành loài cây Cóc đỏ (*Lumnitzera littorea*) trong các quần xã chiếm tỷ lệ cao, tạo thành quần thể cây Cóc đỏ, đây là điều kiện hết sức thuận lợi để chủ rừng thực hiện công tác bảo tồn loài cây quý hiếm, cũng như phục vụ du lịch sinh thái.

- Mô hình phân bố N/D, N/H phù hợp với hàm Weibull, thể hiện rừng đang trong giai đoạn đang phục hồi và phát triển, phân bố đường kính và chiều cao tập trung ở cấp nhỏ và trung bình. Tổ thành tái sinh có nguồn gốc từ hạt và cây có triển vọng tham gia tăng tán của rừng chiếm tỷ lệ cao. Cần tiếp tục theo dõi tỷ lệ cây tái sinh sinh trưởng và phát triển.

- Đã đề xuất được một số giải pháp khoanh nuôi xúc tiến tái sinh tự nhiên, bảo vệ nghiêm ngặt cây mẹ, trồng bổ sung vào những khoảng trống theo hướng bảo tồn tại chỗ.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Nguyễn Ngọc Bình, 1999. Trồng rừng ngập mặn Việt Nam. Nhà xuất bản Nông nghiệp, Hà Nội, trang 16.
2. Bộ Nông nghiệp và Môi trường, 2025. Thông tư số 85/2025/TT-BNNMT ngày 31/12/2025 về quản lý loài nguy cấp, quý, hiếm, loài động vật thông thường và thực thi Công ước về buôn bán quốc tế các loài động vật, thực vật hoang dã nguy cấp.
3. Bộ Nông nghiệp và Môi trường, 2025. Thông tư số 16/2025/TT-BNNMT, ngày 19/6/2025 của Bộ Nông nghiệp và Môi trường về Quy định về phân quyền, phân cấp, phân định thẩm quyền quản lý Nhà nước và một số nội dung trong lĩnh vực lâm nghiệp và kiểm lâm.
4. Cục Kiểm lâm, 2024. Quyết định số 145/QĐ-KL-CĐS ngày 18/6/2024 của Cục Kiểm lâm về việc ban hành “Sổ tay hướng dẫn điều tra rừng”
5. Danh lục Đỏ Việt Nam, 2024. <http://vnredlist.vast.vn/thuc-vat/>.
6. Quách Văn Toàn Em, 2025. Đặc điểm sinh thái của loài Cóc đỏ (*Lumnitzera littorea* (Jack) Voigt) trong các quần xã thực vật rừng ngập mặn ở một số tỉnh ven biển Nam bộ, Luận án tiến sĩ. Viện Khoa học Công nghệ.
7. FAO, 1994. Land evaluation and farming system analysis for land use planning, FAO working document, FAO Rome, paper 136.
8. FAO, 2010. Global Forest Resources Assessment 2010. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
9. Vũ Tiến Hinh, 2012, Giáo trình Điều tra rừng, Nhà xuất bản Nông nghiệp.
10. Phạm Hoàng Hộ, 1999 - 2000. Cây cỏ Việt Nam (Tập 1 - 3). TP. Hồ Chí Minh: Nhà xuất bản Trẻ, TP. Hồ Chí Minh.
11. Phan Nguyên Hồng (chủ biên), 1999. Rừng ngập mặn Việt Nam. NXB Nông nghiệp, Hà Nội.

12. K. Kathiresan, B. L. Bingham, 2001. Biology of mangroves and mangrove Ecosystems, *Advances in Marine Biology*, 40, pp. 81 - 251. DOI: 10.1016/S0065 - 2881(01)40003 - 4
13. Lamprecht, H., 1989. Silviculture in the Tropics: Tropical forest ecosystems and their tree species - possibilities and methods for their long-term utilization. GTZ, Eschborn.
14. Meyer, H.A, 1952. Structure, growth, and drain in balanced uneven-aged forests.
15. Đặng Minh Quân, Nguyễn Nghĩa Thìn và Phạm Thị Bích Thủy, 2022. Thành phần loài và đặc điểm của thảm thực vật trong hệ sinh thái rừng ngập mặn của Vườn Quốc gia Phú Quốc. *Tạp chí Khoa học Đại học Cần Thơ*, (20a), 239 - 249.
16. Ngô Đình Quế, 2001. Nghiên cứu các giải pháp kinh tế kỹ thuật tổng hợp nhằm khôi phục rừng ngập mặn và rừng Tràm ở một số vùng phân bố tại Việt Nam. *Đề tài độc lập cấp Nhà nước*, trang 16, 67, 127.
17. Nguyễn Chí Thành, Lê Hữu Phú, Nguyễn Văn Tiệp, Phạm Hồng Dũng, Đặng Minh Lạp, 2022, Nghiên cứu sử dụng bền vững hệ sinh thái đất ngập nước ở Vườn Quốc gia Phú Quốc để tổ chức sinh kế cho cộng đồng vùng đệm, *Tạp chí Rừng và Môi trường* số 110 - 111, trang 66 - 71.
18. Thái Văn Trưng, 1998. Những hệ sinh thái rừng nhiệt đới Ở Việt Nam. NXB Khoa học và Kỹ thuật.
19. Vườn Quốc gia Phú Quốc, 2022. Phương án quản lý rừng bền vững giai đoạn 2021 - 2030 của Vườn Quốc gia Phú Quốc.
20. Whitmore, T.C, 1998. *An Introduction to Tropical Rain Forests* (2nd ed.). Oxford University Press, Oxford.

Email tác giả liên hệ: huuphuforwet@gmail.com

Ngày nhận bài: 24/02/2026

Ngày phản biện đánh giá và sửa chữa: 02/04/2026; 27/04/2026

Ngày duyệt đăng: 17/06/2026